

Aus der Universitäts-Augenklinik Mainz

Direktor: Prof. Dr. med. A. Nover

**Experimentelle Ultraschalluntersuchungen
zur Differenzierung pathologisch veränderter Gewebe**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen
Fakultät der Universität Mainz**

vorgelegt von
Panagis S. Maratos
aus Saloniki (Griechenland)

1968

Aus der Universitäts-Augenklinik Mainz

Direktor: Prof.Dr.med. A.NOVER

Experimentelle. Ultraschall-
untersuchungen zur Differen-
zierung pathologisch verän-
derter Gewebe

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät der Universität
Mainz

vorgelegt von

PANAGIS S. MARATOS
aus Saloniki (Griechenland)



Dekan: Professor Dr. med. K. Schürmann
Berichterstatter: Professor Dr. med. A. Nover

Meiner aufopfernden Mutter gewidmet

A. Einleitung

1) Allgemeine Vorbemerkungen über Schallwellen	Seite 1
2) Die Anwendung von Ultraschall in Technik und Medizin	" 2
3) Problemstellung der vorliegenden Arbeit	" 8

B. Hauptteil

1) Die verschiedenen Ultraschallverfahren	
A) Das Durchschallungsverfahren	" 9
B) Das Impulsreflexionsverfahren	" 10
C) Das Helligkeitsmodulationsverfahren	" 13
2) Beschreibung des Ultraschallgerätes Echo-Ophthalmograph 7000	" 14
3) Material und Methode	" 17
4) Ultraschalluntersuchungen an gesunden Augen	" 19
5) Ultraschalluntersuchungen an verschiedenen Tumoren	
A) <u>Malignes Melanom der Aderhaut (vier Fälle)</u>	" 21
B) <u>Nebennierentumor bei Morbus CUSHING</u>	" 34
C) <u>Pleurametastase eines Mammakarzinoms</u>	" 38
D) <u>Gallengangkarzinom</u>	" 40
E) <u>Haemangiomgewebe bei STURGE-WEBER-KRABBE-Syndrom</u>	" 43
F) <u>Neurofibrom</u>	" 46
G) <u>Uterus myomatosus</u>	" 49
H) <u>Ependymom des Kleinhirns</u>	" 52
I) <u>Mammakarzinom</u>	" 55
J) <u>Benigne Struma</u>	" 58
K) <u>Struma maligna</u>	" 61
L) <u>Seminom des Hodens</u>	" 63
M) <u>Lebermetastase eines Lungenkarzinoms</u>	" 65
N) <u>Retentionszyste am Unterlid</u>	" 68
O) <u>Lipom (im Unterhautzellgewebe)</u>	" 69
P) <u>Nierenkarzinom</u>	" 71
6) Diskussion und Ergebnis der Befunde	" 75
7) Zusammenfassung	" 79
8) Literaturverzeichnis	" 81

1) Allgemeine Vorbemerkungen über Schallwellen

Schallwellen sind mechanische Wellen, die sich in Form von periodischen Schwingungen in elastischen Medien fortpflanzen. Auch elektromagnetische Wellen sind periodische Schwingungen, sie benötigen aber für ihre räumliche Ausbreitung im Gegensatz zu den mechanischen Wellen keine Trägersubstanz.

Als Infraschall werden Schallwellen mit einer Frequenz von 0 bis 16 Hz ^{x)}, als Hörschall solche mit einer Frequenz zwischen 16 und 16.000 Hz bezeichnet. Nur sie sind für das menschliche Ohr wahrnehmbar. Mechanisch-periodische Schwingungen mit einer Frequenz von 16.000 bis 10^{10} Hz werden Ultraschall und solche über 10^{10} Hz Hyperschall genannt. Die Schallwellen breiten sich entweder als Longitudinalwellen aus, wobei die erregten Masseteilchen auch in der Fortpflanzungsrichtung der Schallwelle schwingen, oder als Transversalwellen in Festkörpern, wobei die erregten Masseteilchen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung mit-schwimmen. Bei Gasen und Flüssigkeiten und auch in den Geweben des menschlichen Körpers (mit Ausnahme des Knochens) ist nur die Longitudinalausbreitung möglich. Schallwellen pflanzen sich in homogenen Medien mit einer bestimmten Schallgeschwindigkeit fort, die bei konstanter Temperatur von der Wellenart und von den elastischen Eigenschaften des durchlaufenen Mediums abhängt.

Zwischen der Frequenz der Schallwellen und ihrer Wellenlänge besteht eine umgekehrte Proportionalität, die durch die Formel:

$$\text{Wellenlänge} = \frac{\text{Schallgeschwindigkeit}}{\text{Frequenz}}$$

gegeben ist. Daraus ergibt sich, daß mit steigender Frequenz bei gleichbleibender Schallgeschwindigkeit die Wellenlänge immer kürzer wird. Je kürzer diese aber ist, um so mehr gleicht das Ausbreitungsverhalten der Schallwellen dem der elektromagnetischen. Ihre Ausbreitung bleibt jedoch im Gegensatz zu den elektromagnetischen Wellen, an die Materie, und zwar an ein elastisches Medium gebunden.

x) Hz = Hertz = Zahl der Schwingungen pro Sekunde.

Als Schallabsorption bezeichnet man den Intensitätsverlust einer Schallwelle auf dem Weg durch ein Medium. Dieser wird hauptsächlich zu Wärmeenergie umgewandelt. Die Schallabsorption ist von der Frequenz der Schallwellen sowie von der spezifischen Reibung und Wärmeleitung des durchdrungenen Mediums abhängig.

Trifft ein Schallwellenbündel auf die Grenzflächen zweier Medien verschiedener Homogenität, so wird ein Teil der Schallenergie reflektiert, wir sprechen von Schallreflexion. Der nicht reflektierte Teil der Schallwellen dringt in das zweite Medium unter Richtungsänderung ein, wobei bei glatten Grenzflächen Einfallswinkel und Ausfallswinkel gleichgroß sind. (SNELLIUS'sches Brechungsgesetz), während es bei rauher Grenzfläche zu einer diffusen Reflexion kommt.

Das Verhältnis von einfallender zu reflektierter Energie wird als Reflexionsgrad bezeichnet. Dieser ist von der spezifischen Schallgeschwindigkeit der beiden Medien abhängig. Abgesehen vom Vakuum (mit Schallhärte 0) gibt es kein Medium, dessen Grenzfläche eine 100 %ige Reflexion verursacht. Für spätere Ultraschalluntersuchungen ist deshalb von Bedeutung, daß eine Schallwelle stets nur teilweise reflektiert, der übrige Teil dagegen in das neue Medium durchgelassen wird. Bei Untersuchungen am Auge bestehen zwischen den einzelnen brechenden Medien (Hornhaut, Kammerwasser, Linse, Glaskörper) nur geringe Unterschiede in Dichte und Schallgeschwindigkeit, so daß nur ein sehr geringer Teil der einfallenden Ultraschallwellen reflektiert wird.

Beim Übergang der Schallwellen von flüssigen und festen Medien in gasförmige wird der Reflexionsgrad = 1. Das bedeutet für die Untersuchung an Geweben oder am Auge, daß der Prüfkopf mit seiner schallabstrahlenden Fläche durch ein flüssiges Kontaktmedium an das zu untersuchende Gewebe "angekoppelt" werden muß, damit keine Luft zwischen Prüfkopf und Auge bzw. Prüfkopf

und Gewebe kommt, was zu einer völligen Reflexion der Schallwellen führen würde.

Die Tatsache, daß der Schall an den Grenzflächen der einzelnen Medien reflektiert wird, macht man sich bei allen Ultraschalluntersuchungen in Technik und Medizin zunutze.

2) Die Anwendung von Ultraschall in Technik und Medizin

Ultraschalluntersuchungen wurden durch die Weiterentwicklung des piezoelektrischen Effektes (u.a. durch die Brüder CURIE, 1880) möglich, so daß es schließlich LANGEVIN (1918) gelang, einen brauchbaren Ultraschallgeber und -empfänger zu konstruieren.

1939 erschienen die ersten wissenschaftlichen Arbeiten über Ultraschallwellen. Sie befaßten sich hauptsächlich mit der Ultraschallerzeugung, der Messung und der Absorption (vgl. HIEDEMANN u. MATAUSCHEK).

Für die weitere Anwendung des Ultraschalls war die genaue Kenntnis von Reflexion und Brechung der Schallwellen Voraussetzung. Man stellte fest, daß durch Messung der an der Grenzfläche zweier Medien mit unterschiedlichen Schallwiderständen reflektierten oder durchgelassenen Schallenergien der Homogenität der einzelnen Medien bestimmt werden kann. Auf diesem Prinzip beruht das Ultraschall-Echolot-Verfahren, das u.a. in Schifffahrt und Fischerei zur Feststellung der Meerestiefe und zur Auffindung von Fischschwärmen verwendet wird. Später fand diese Methode auch in der Technik zur Werkstoffprüfung Anwendung, um die Homogenität von Industrieerzeugnissen zu kontrollieren bzw. um Inhomogenitäten festzustellen. So wird heute Ultraschall vor allem zur Materialprüfung von Gießereiprodukten, wie Stahlröhren, Eisenbahnschienen, Lokomotivachsen, Zylindern und Behältern verwandt, um Lufteinschlüsse oder Risse auszuschließen.

Da sich mit Ultraschall auch Koagulations- und Kavitationseffekte in dispersen Systemen erzeugen lassen, wird das Verfahren auch in bestimmten Reinigungsgeräten verwendet.

In der Medizin wandte POHLMANN (1938) als Erster Ultraschall zu therapeutischen Zwecken an. Auf Grund seiner Erfahrungen über die Erwärmung des Gewebes (Adsorptionswärme) werden seither periphere Neuritiden, Muskelrheumatismus sowie chronisch-entzündliche und degenerative Muskel-Sehnen-Knochenerkrankungen mit Ultraschall behandelt. Der genaue Wirkungsmechanismus dieser Behandlungsmethode ist allerdings noch ungeklärt. POHLMANN berichtete auch als Erster über biologische Gewebsschädigungen durch Ultraschall, die bei Schallstärken über 1 Watt/cm^2 auftraten.

In der Ophthalmologie beschrieb ZEISS 1938 die Wirkung von Ultraschallwellen auf Linse und Glaskörper von Rinderaugen und stellte reversible und irreversible Schäden fest. Er verwendete Schallintensitäten von 0,22 bis 0,38 MHz. ^{x)}

BADTKE fand 1949, daß pathologische Veränderungen in Form von irreversiblen Linsenveränderungen an Kaninchen erst bei einer Schallstärke von über $1 \text{ Watt/Sekunde/cm}^2$ auftreten. Ähnliche spezifische Linsenveränderungen beschrieb LAVINE 1952, die seither als LAVINE-Katarakt bezeichnet werden.

1954 wiesen HAPTEN und PALME auf Lumenveränderungen der Conjunctival- und Irisgefäße sowie auf Pupillenerweiterung nach Ultraschalleinwirkung hin. Systematische Versuche von BAUM (1956) mit einer Frequenz von 1 MHz ergaben, daß Beschallungszeiten bis zu 5 Minuten ohne Schädigungen gut vertragen werden.

Die biologischen Effekte des Ultraschalls am Auge und in den übrigen Geweben des Körpers sind äußerst mannigfach.

Nach MATAUSCHEK unterscheiden wir, abhängig von der Schallstärke, folgende biologische Effekte:

1. Kleine Schallstärken unter 1 Watt/cm^2

beschleunigen lediglich physiologische Vorgänge, ohne daß Veränderungen an den Zellen und Zwischenzellsubstanzen auftreten.

2. Mittlere Schallstärken von 1 bis 3 Watt/cm^2

führen neben der Beschleunigung physiologischer Vorgänge auch zu reversiblen pathologischen Veränderungen.

/ x) MHz = Mega-Hertz = Millionen Schwingungen pro Sekunde = 10^6 Hz . kHz = 10^3 Hz .

3. Hohe Schallstärken von 3 bis 10 Watt/cm²

bewirken irreversible Zellschäden und Gewebnekrosen.

Für diagnostische Untersuchungen werden Schallintensitäten von ca. 5 bis 10 mW/cm² verwandt, die sehr viel geringer als bei therapeutischer Anwendung sind und die deshalb auch, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, nur geringe chemische, mechanische und thermische Effekte hervorrufen und somit völlig gefahrlos sind.

In anderen medizinischen Fachgebieten hatte in der Neurologie 1942 DUSSIK mit Hilfe des Durchschallungsverfahrens das Bild der Hirnkammer des Schädels darzustellen versucht, doch war das Ergebnis dieser Untersuchungen nicht zufriedenstellend.

1955 gelang es dann LEKSELL, die bei der Beschallung des Kopfes auftretenden Echos aus der Mittellinie des Schädelinhaltes zur Darstellung zu bringen. Eine seitliche Verschiebung des Mittellinienechos (Abb. 1) ließ auf raumfordernde intrakranielle Prozesse rückschließen, womit der Anfang der inzwischen als Echo-Encephalographie weit verbreiteten und bewährten Untersuchungsmethode gemacht war.

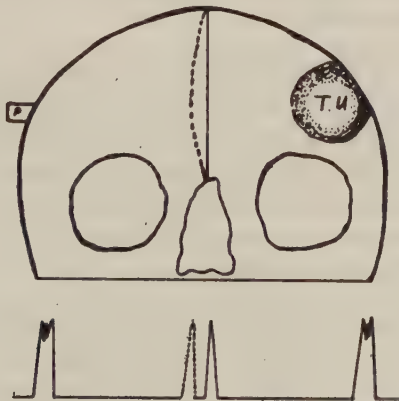


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Echo-Encephalogramms
Verschiebung des Mittelechos nach rechts
(unterbrochene Linien), bedingt durch einen
Hirntumor links temporal.

P = Prüfkopf

TU = Tumor

Die wesentlichsten auf diesem Gebiet seither erschienenen Arbeiten stammen von TER BRAAK (1959), LITHANDER (1960), von JEFFERSON (1959, 1961), SCHIEFER, KAZNER und BRÜCKNER (1963), FRIEDMANN und THUN (1964) sowie PIA und GELETNEKY (1968).

Im Bereich der Inneren Medizin versuchte 1949 KEIDEL mit dem Durchschallungsverfahren ein Ultraschall-Kardiogramm zu entwickeln, was später EDLER und HERTZ 1954 verbesserten. Neue Arbeiten stammen von EFFERT, ERKENS und GROSSE-BROCKHOFF (1957), EFFERT, DEUPTMANN und DOMANIG (1960).

In der Gynäkologie ist die Ultraschalldiagnostik vor allem zur Beurteilung von Kindeslagen im graviden Uterus geeignet“ (DONALD 1958, KOSSEF, ROBINSON, LIU und GARRETT 1964).

In der Chirurgie verwendete man Ultraschall schon frühzeitig zur Diagnose von Gallenblasenkonkrementen (LUDWIG und STRUTHERS 1949).

Die erste Arbeit über diagnostische Ultraschall-Untersuchungen in der Ophthalmologie erschien 1956 von MUNDT und HUGHES. Diese Autoren verwendeten das Verfahren zur Differentialdiagnose der Netzhautablösung und bei intraokularen Fremdkörpern.

1 Jahr später veröffentlichten OKSALA und Mitarbeiter eingehende Untersuchungen bei intraokularen Tumoren, serösen Netzhautablösungen und perforierenden Splitterverletzungen. Weitere Arbeiten der gleichen Autoren befaßten sich mit der Schallabsorption und Schallgeschwindigkeit in Kammerwasser, Linse und Glaskörper sowie mit Befunden bei Glaskörperblutungen und Glaskörpertrübungen.

Im gleichen Jahr entwickelten BAUM und GREENWOOD (1958) in den USA ein etwas anderes Ultraschallgerät und eine andere Untersuchungsmethode, die als Helligkeitsmodulationsverfahren oder Zeit-Intensitäts-Verfahren bekannt wurden.

Im Laufe der nächsten Jahre wurde dieses Verfahren von BAUM zu einer zwei bzw. dreidimensionalen Ultrasonographie entwickelt, was vor allem für die Tumordiagnostik in Auge und Orbita einen wertvollen Fortschritt bedeutet.

In Europa wurde in den vergangenen 10 Jahren vor allem die diagnostische Untersuchung durch klinische und experimentelle Arbeiten weiter entwickelt und auf die Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens bei Ablatio retinae, intraokularen Tumoren, Verletzungen, intraokularen Fremdkörpern, Aderhautabhebung, Glaskörperblutungen, Linsenluxationen sowie exsudativen und proliferativen Netzhautprozessen hingewiesen (OKSALA, NOVER, BUSCHMANN, LÖPPING).

WILD und REID (1952) wiesen auf die Möglichkeit hin, mit diesem Verfahren nicht nur einen Tumor lokalisieren, sondern auch dessen Malignität bzw. Benignität beurteilen zu können, denn sie fanden, daß Karzinomgewebe im Echogramm höhere Echos gibt als das normale Gewebe der Magenwand. Arbeiten aus unserem Fachgebiet zu diesem Thema stammen von OKSALA und VARONEN (1966) sowie von OSSOINIG und SEHER (1966). Unsere derzeitige Ansicht zu dieser besonderen Indikation der Ultraschälldiagnostik ist, auf Grund klinisch und experimentell gewonnener Erkenntnisse über Schalldruck, Verhalten der Schallwellen im Tumorgewebe und Untersuchungen über die Herkunft der Echos, daß eine Tumordifferentialdiagnose in begrenztem Ausmaß möglich ist.

Vor allem im Hinblick auf die Tumorerkennung knüpfte man besondere Hoffnungen an diese Untersuchungsmethode. BUSCHMANN fand 1964 unter optimalen Untersuchungsbedingungen in Fällen von Tumorverdacht nur 5,8 % Fehlbeurteilungen.

Im Hinblick auf unsere geplanten Untersuchungen bei Tumoren sind vor allem die Befunde von NOVER und LÖPPING interessant, die deutliche Echos an der Grenzfläche von Glaskörper - Blut und Serien von kleinen Echos aus Zitrat - und gerinnungsfähigem Blut erhalten konnten, was für die Differentialdiagnose von Wichtigkeit ist. Darüberhinaus fand LÖPPING besondere Netzhautechos bei gefalteter Netzhaut und dann, wenn die Retina unter verschiedenen Neigungswinkeln im

Schallfeld liegt. Auch derartige Befunde sind für die Abgrenzung von intraokularen Tumoren wichtig.

NOVER und NUDING berichteten 1965/66 über Ultraschalluntersuchungen an normalen menschlichen und tierischen Geweben und an einigen pathologisch veränderten, wobei sie auch Messungen der Schallgeschwindigkeiten in den verschiedenen Geweben durchführten.

Bei Karzinommetastasen in der Leber wurde für das umliegende Lebergewebe (1571,18 m/sec.) rund 30 m/sec. mehr gemessen als für die Karzinommetastase mit 1542,11 m/sec. Noch größer war der Unterschied bei einem Mammakarzinom (ca. 70 m/sec.). Für Karzinomgewebe wurde 1549,37 m/sec., für umgebendes Fettgewebe 1472,81 m/sec. gemessen.

Nach wie vor ist die Tumordiagnostik das Hauptforschungsgebiet für diagnostische Ultraschalluntersuchungen, weshalb dieses Thema auch der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegt.

Problemstellung der vorliegenden Arbeit

Es sollten verschiedene gutartige und bösartige Tumoren mit Ultraschall unter verschiedenen Versuchsbedingungen untersucht werden, um herauszufinden, auf welche Weise eine noch größere Sicherheit bei der Tumordiagnostik in vivo am Auge mit Ultraschall erzielt werden kann.

B. Hauptteil

1) Die verschiedenen Ultraschallverfahren

Für die Ultraschall-Diagnostik kommen 3 Untersuchungsmöglichkeiten in Frage: Das Durchschallungsverfahren, das Impuls-reflexionsverfahren und das Helligkeitsmodulationsverfahren.

A) Das Durchschallungsverfahren (Abb. 2):

Hierbei befindet sich der Sender auf der einen Seite des Objektes und der Empfänger, der die Schallwellen, nachdem sie das Objekt durchdrungen haben, wieder aufnimmt, auf der gegenüberliegenden Seite. Bei diesem Verfahren kommt es allerdings durch Adsorption und Reflexion des Schalls im Gewebe zu starken Intensitätsverlusten. Auch ist diese Methode aus anatomischen Gründen am Auge nicht anwendbar und deshalb nur für experimentelle Gewebsuntersuchungen oder für Augen nach der Enucleation geeignet.

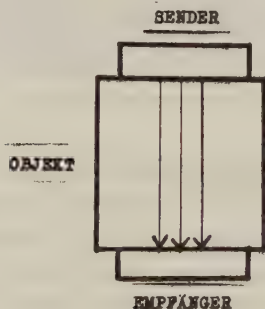


Abb. 2: Schematische Darstellung
des Durchschallungsverfahrens

B) Das Impulsreflexionsverfahren (Abb. 3):

Dieses Verfahren ist für klinische Untersuchungen deshalb besser geeignet als das Durchschallungsverfahren, weil Sender- und Empfängerkristall nebeneinander liegen, so daß die reflektierten Schallwellen von ein- und demselben piezoelektrischen Kristall gesendet und empfangen werden. Fast alle Untersuchungen in unserem Fachgebiet sind mit einem solchen Impulsreflexionsgerät durchgeführt worden.

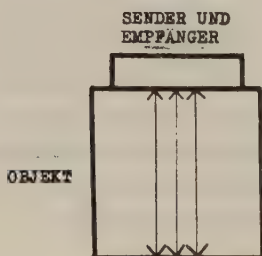


Abb. 3: Schematische Darstellung
des Impulsreflexionsverfahrens

Für die diagnostischen Untersuchungen am Auge ist das Impulsreflexionsverfahren auch deshalb besonders gut geeignet, weil die einzelnen Abschnitte des Auges in sich akustisch relativ homogen sind, wenn auch voneinander durch klare Grenzflächen getrennt. Darüberhinaus bietet diese Methode eine hohe Empfindlichkeit und die Möglichkeit, Impulse hoher Intensität zu verwenden.

Alle Impuls-Echo-Geräte arbeiten nach folgendem Prinzip:

Hochfrequente elektrische Impulse werden als Spannungsimpulse einem piezoelektrischen Kristall zugeführt, der in dem Prüfkopf enthalten ist. Die Impulsfrequenzfolge ist so geregelt, daß bei einer bestimmten Meßstrecke der reflektierte Impuls eingetroffen ist ehe der nächste ausgesandt wird. In dieser Zeit, in der keine Schallwellen ausgestrahlt werden, können die reflektierten Wellen aufgenommen und in eine elektrische Wechselspannung umgewandelt werden. Diese wird nach Verstärkung durch einen Regler und Gleichrichtung an die vertikale Ablenkplatte einer BRAUNschen Röhre geleitet. Die horizontalen Ablenkplatten werden mit einer Ablenkspannung beschickt, so daß die zeitlich nacheinander ankommenden Echos auf dem Bildschirm der BRAUNschen Röhre in bestimmten durch die Ablenkspannung geregelten Abständen aufgezeichnet werden. Das auf dem Bildschirm der Bildröhre erscheinende Laufzeitbild des Schalles wird als Echogramm bezeichnet. Es zeigt für den Fall, daß keine Echos von dem Prüfkopf empfangen werden, eine gerade Null-Linie (Abb. 4).

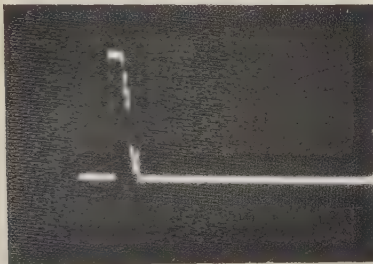


Abb. 4: Echogramm bei reflexionslosem Schallverlauf durch ein homogenes Objekt.

Sie beginnt nach einer ganz links stehenden Echozacke (Seitenimpuls), die durch die Registrierung der Hochspannungsimpulse, durch die der piezoelektrische Kristall zu Eigenschwingungen und zur Abgabe von Schallwellen angeregt wird, entsteht. Reflektierte Schallwellen (Echos) werden auf dem Bildschirm als Zacken registriert, die sich von der Null-Linie abheben. Ihre Höhe hängt von der Schallenergie ab, die reflektiert wird und zu dem piezoelektrischen Kristall des Prüfkopfes gelangt. Sie ist weiter abhängig von der Verstärkung, den die in elektrische Wechselspannung

umgeformten reflektierten Schallwellen erfahren und von der Absorption der Schallwellen, in den von ihnen durchlaufenen Medien. Eine optische Darstellung des Echos ist möglich, wenn genügend Schallenergie von der Grenzfläche reflektiert und damit die Empfindlichkeitswelle des Gerätes erreicht wird. (Abb. 5)

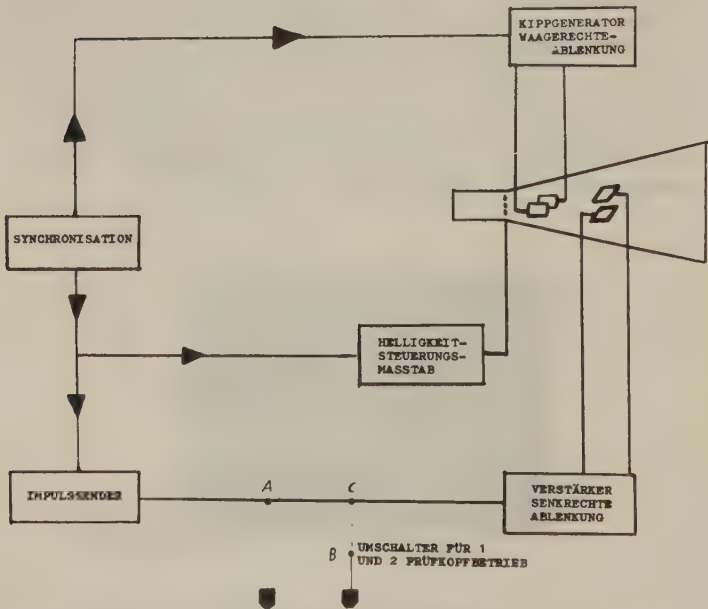


Abb. 5: Blockschaltbild des Impulsschallgerätes
(nach Kretz; modifiziert)

C) Das Helligkeitsmodulationsverfahren

BAUM und GREENWOOD entwickelten ein umfangreiches Labor-mustergerät des Helligkeitsmodulationsverfahrens, wodurch eine Ultraschalldiagnostik im Orbita-Bulbusgebiet mit akustischen Flächenschnittbildern ermöglicht wird.

Es besteht aus 2 Teilen: dem elektromagnetischen Bewegungssystem des Prüfkopfes (Abb. 6a) und den elektronischen Teilen mit Photoeinrichtung (Abb. 6b). Der Patient sitzt vor einem Wasserbehälter und preßt sein Gesicht gegen eine dicht verschlossene Gesichtsmaske, die nur die Augen frei läßt (Abb. 6a). Mit einem fokussierten 16 MHz-Prüfkopf wird das Auge aus ca. 10 cm Entfernung beschallt und auf einem radarähnlichen Schirm erscheint ein akustisches Flächenschnittbild des Bulbus und der Orbita. Die Echoimpulse werden dabei in Helligkeitsmodulationen transponiert und infolge des quer zum Schallstrahl stehenden Prüfkopfes erhält man ein Flächenschnittbild des beschallten Gegenstandes (Abb. 7). Mehrere derartige in verschiedenen Höhen aufgenommene Flächenschnittbilder geben eine genaue Auskunft über die Lage und Größe eines intraokularen oder orbitalen Tumors.

BUSCHMANN ist allerdings auch der Ansicht, daß eine zuverlässige Untersuchung des äquaturnahen Gebietes mit diesem Verfahren nicht möglich ist. Der Nachteil dieses Verfahrens ist seine Kompliziertheit, die bisher auch eine weitere Verbreitung verhinderte.



Abb. 6 a
Gerät von BAUM und GREENWOOD.

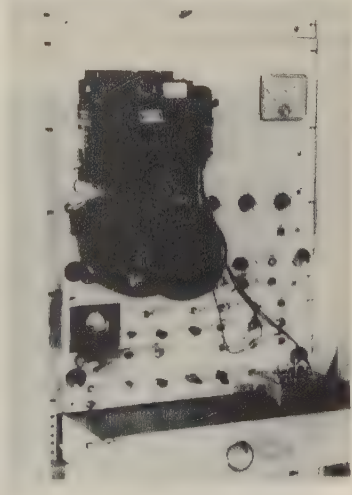


Abb. 6 b

- a) Elektromagnetisches Bewegungssystem des Prüfkopfes.
 - b) Elektronische Teile und Photoeinrichtung.
- (Aus BUSCHMANN: Einführung in die Ultraschalldiagnostik).



Abb. 7: Flächenschnittbild eines Auges bei Untersuchung mit dem Ultraschallhelligkeitsmodulations-Verfahren. Der Pfeil zeigt auf ein malignes Melanom des Ciliarkörpers.

2) Beschreibung des Ultraschallgerätes

Echo-Ophthalmograph 7000

Für unsere Untersuchungen benutzten wir ein Impulsechogerät der Firma Kretz-Technik, Zipf/Österreich, den Ultraschall-Echo-Ophthalmograph 7000.



Abb. 8: Echo-Ophthalmograph 7000 (Fa. Kretz-Technik), mit aufgeklapptem Photoadapter und aufgesetzter Polaroid-Kamera.

Das Gerät arbeitet in einem Frequenzbereich von 3 bis 20 MHz. Das Untersuchungsergebnis wird am Schirm einer Kathodenstrahlröhre von 13 cm Durchmesser im sogenannten A-Bild (Zeit-Amplitudenverfahren) dargestellt. Die Einstellung der Empfindlichkeit erfolgt durch Regelung der Sendeleistung. Diese bleibt auch bei Einstellung des höchstmöglichen Wertes einige Größenordnungen unter denen, die zu Gewebsschädigungen führen.

Das Schirmbild läßt sich im Verhältnis von 1 : 10 dehnen. Bei größter Bilddehnung beträgt der Meßbereich ca. 13 cm. Dies bedeutet bei größter Bilddehnung eine etwa 6-fache Vergrößerung gegenüber dem Original. Ein zuschaltbarer Filter erlaubt eine Unterdrückung der Feinstruktur des Echos.

Zur schnellen Ausmessung wird auf dem Bildschirm ein elektronisch hergestellter Maßstab mitgezeichnet, der alle Veränderungen der Bilddehnung automatisch mitmacht, so daß immer ohne Umrechnung direkt abgelesen werden kann. Der Abstand zweier Maßstriche entspricht im Auge einer Entfernung von 1 mm.

Zum Gerät gehört eine vollständige Photoausrüstung mit Polaroid-Schnellentwicklungsverfahren. Sie ist vor dem Bildschirm fest eingebaut (Abb. 9), so daß jedesmal Entfernung, Bildscharfe und Bildausschnitt die gleichen sind.

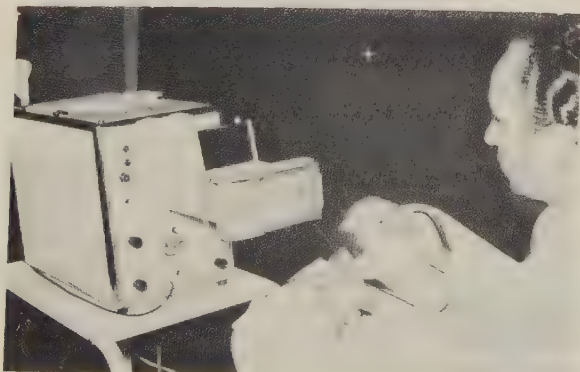


Abb. 9: Ultraschall-Augenuntersuchung mit dem Echo-Öphthalmograph 7000 am liegenden Patienten.

Für unsere Untersuchungen haben wir zwei Spezialprüfköpfe verwendet (MLB 6/5 und LB 10/5) (Abb. 10), mit denen das Arbeiten in Flüssigkeiten (z.B. mit einer Wasservorlaufstrecke) wie auch mit Methocel als Koppelmedium zwischen Prüfkopf und untersuchendem Gewebe möglich ist. Es ist wichtig, daß der Prüfkopf, der den Schallgeber und Empfänger enthält, luftblasenfrei und senkrecht zur Oberfläche des zu untersuchenden Objektes steht.



Abb. 10: Die beiden für unsere Untersuchungen verwendeten Prüfköpfe LB 10/5 und MLB 6/5.

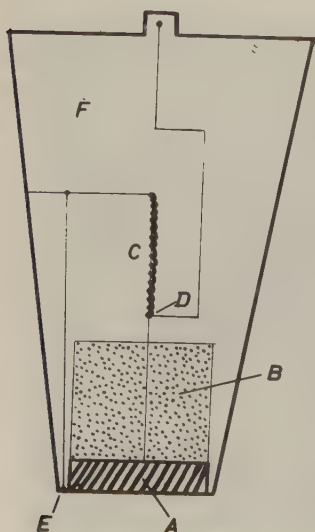


Abb. 11: Schematischer Schnitt durch einen Prüfkopf

A=piezoelektrische Keramik (Schwinger)
 B=Dämpfungsblock
 C=Spule
 D=Plusanschluß
 E=Massenanschluß
 F=Kunststoffträgerkörper

3) Material und Methode

Für die zu untersuchenden Gewebsstücke verwendeten wir eine zylinderförmige Küvette von 2,5 cm Länge und 3 cm Breite, die NUDING seinerzeit speziell für derartige Gewebsuntersuchungen konstruiert hatte. Auf der Oberseite enthält sie einen röhrenförmigen Aufsatz zur Aufnahme des Prüfkopfes (Abb. 12a), auf der Unterseite einen Deckel, der planparallel zur Schallaustrittsfläche des Prüfkopfes aufgeschraubt werden kann (Abb. 12b). Die Temperatur muß bei derartigen Untersuchungen durch Warm-Kalt-Wasserfluß und angebrachtem Thermometer konstant gehalten werden.

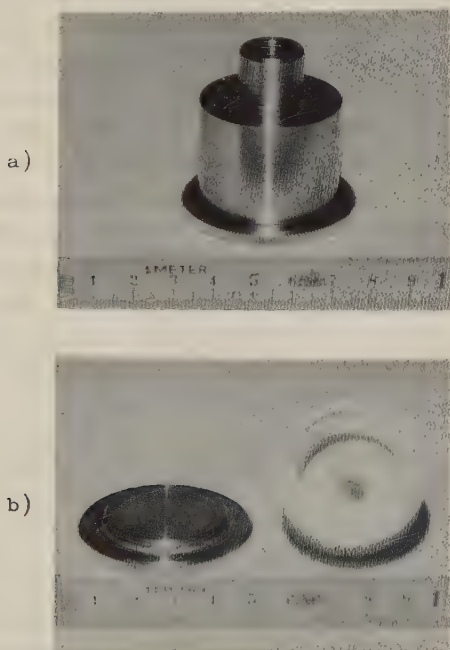


Abb. 12) a, b: Fotos der für unsere Untersuchungen verwendeten Stahlküvette (nach NUDING)
a) verschlossen
b) mit abgeschraubter Bodenplatte

Die folgenden Untersuchungen wurden an menschlichen enukleierten Augen, an Geweben von Lidoperationen und an verschiedenen Tumoren des Operationsgutes der Chirurgischen-, Neurochirurgischen-, Gynäkologischen- und Universitäts-Hautklinik sowie aus dem Sektionsgut des Pathologischen Institutes der Universität Mainz ^{x)} durchgeführt.

Ultraschalluntersuchungen wurden

1. an frischen unkonservierten Geweben, meist direkt nach der Operation bzw. Sektion durchgeführt, um postmortale Gewebsveränderungen zu vermeiden, außerdem
2. an konservierten Geweben, um festzustellen, zu welchen echographischen Veränderungen eine Konservierung führt. Aus größeren Tumoren wurden Präparate von 3 cm Durchmesser mit einem scharfen Rohrbohrer ausgeschnitten. Unsere Gewebe legten wir in die mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllte, oben beschriebene Küvette (Abb. 12). Auf diese Weise wurden sie luftblasenfrei gehalten und eine gute Verbindung zwischen Prüfkopf und Gewebe hergestellt. Nach Einfüllen des Gewebes in die Küvette wurde das über den Küvettenrand hinausragende Gewebstück abgeschnitten und der Küvettendeckel aufgeschraubt. Die Küvette wurde in ein Wasserbad von konstant + 25° Temperatur gelegt, um die folgenden Untersuchungen bei einer gleichmäßigen Temperatur durchzuführen.

Nach jeder Ultraschalluntersuchung wurde das Gewebe makroskopisch auf seine Struktur hin (Gefäße, Zysten usw.) betrachtet und anschließend mikroskopisch untersucht. Um außerdem verschiedenartige intraokulare Tumoren zu imitieren, wurde jeweils ein erbsengroßes Gewebstück aus jedem Tumor in ein enukleiertes menschliches Auge von oben vorsichtig und blasenfrei eingeführt und dann wiederum aus verschiedenen Richtungen bei konstanter Temperatur von ca. + 36° beschallt.

Die typischen Ultraschallechogramme wurden jeweils photographisch festgehalten.

x) Den Herren Direktoren Prof.Dr.F.KÜMMERLE, K.SCHÜRMANN, V.FRIEDBERG, H.BREDT und G.W.KORTING sei auch an dieser Stelle für ihr freundliches Entgegenkommen herzlich gedankt.

4) Ultraschalluntersuchung am gesunden Auge

Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut und Conjunctiva des zu untersuchenden Bulbus wird der Prüfkopf mit Zwischenschaltung des Kontaktmediums (Methocel) auf die Hornhaut bzw. Conjunktiva-Sklera aufgesetzt. Bei senkrechtem Aufsetzen des Prüfkopfes im Zentrum der Hornhaut entsteht am Bildschirm des Gerätes eine Zackenfolge, die Echogramm genannt wird.

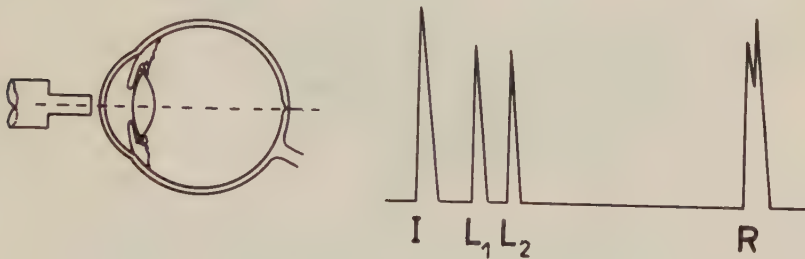


Abb. 13: Echogramm eines normalen Auges
bei Aufsetzen des Prüfkopfes
auf der Hornhautmitte
I = Initialecho
L₁
L₂ = Linsenecho
R = Bulbusrückwandecho

Auf das Initialecho (I), das bei dieser Untersuchungstechnik mit dem Hornhautecho zusammenfällt, folgt die Schallreflexion an Linsenvorder- und -rückfläche (L₁+L₂) und schließlich ein Echo von der Bulbusrückwand (R).

Setzt man den Prüfkopf nicht auf die Hornhautmitte, sondern ca. 5 mm unterhalb, seitlich oder oberhalb des Hornhautrandes auf die Conjunktiva-Sklera, so liegt die Linse nicht im Strahlenfeld der Schallwellen. Im Echogramm fehlen dann auch die Echozacken der Linse, man bekommt nur Initialecho und Rückwandecho (Abb. 14).

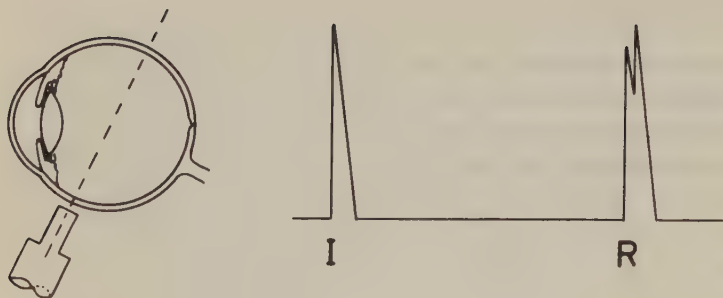


Abb. 14): Echogramm eines normalen Auges
bei Aufsetzen des Prüfkopfes
5 mm unterhalb des Hornhautrandes
aus der Conjunktiva-Sklera
I = Initialecho
R = Bulbusrückwandecho

Nach NOVER und STALLKAMP soll man bei der Ultraschalluntersuchung des Auges systematisch vorgehen, um alle Abschnitte des Auges zu erfassen und pathologische Veränderungen genauer lokalisieren zu können. Es ist deshalb zweckmäßig, das Auge in verschiedene Zonen zu unterteilen (Abb. 15) und in den verschiedenen Prüfkopfstellungen systematisch nacheinander zu untersuchen.

Bei Unterteilung des Bulbus in 12 Grade, entsprechend dem Zifferblatt der Uhr (Abb. 15), wird die Lokalisation des Prüfkopfes und des Schallstrahles fixiert. Die Zone I umfaßt die gesamte Cornea von Limbus bis Limbus. Die Zone II betrifft das Gebiet zwischen Corneoskleralgrenze und einer gedachten Linie in der Mitte zwischen Äquator und Corneoskleralgrenze. Zone III umfaßt den Bereich von der gedachten Linie nach hinten bis zum Äquator.

Dadurch werden alle vom Prüfkopf erreichbaren Bezirke von Hornhaut und Sklera und damit sowohl der vordere als auch der hintere Bulbusabschnitt vom Schallstrahl erfaßt und abgetastet.

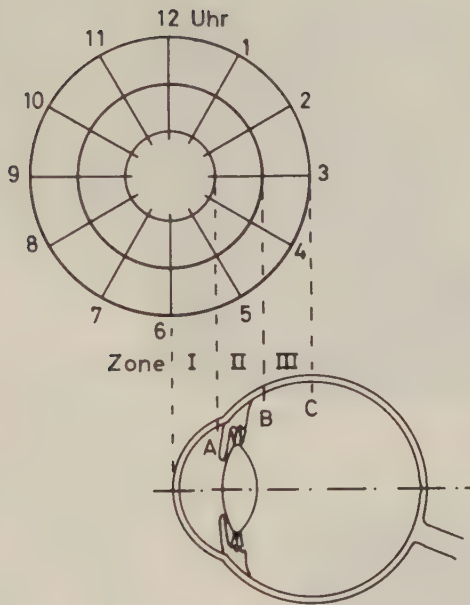


Abb. 15): Schema zur Ultraschalluntersuchung des Auges mit Unterteilung des Bulbus in verschiedene Zonen und 12 Grade (nach NOVER und STALLKAMP).
 A = Corneoskleralgrenze
 B = gedachte Mittellinie
 C = Äquator

5) Ultraschalluntersuchungen an verschiedenen Tumoren

A) Malignes Melanom der Aderhaut

Fall 1: Helene Sch., 58 Jahre, Kr.Bl.Nr. 1215 Augenklinik Mainz.
Anamnese: Seit etwa 4 Wochen Sehstörungen links in Form von Flimmern und Schleiersehen.
Befund: Ophthalmoskopisch fand sich am linken Auge im temporal oberen Quadranten eine kugelige Vorwölbung der Netzhaut von 18 Dptr. Prominenz (Abb. 16) mit Blutungen und Pigmentierungen auf der Oberfläche. Die diasklerale Durchleuchtung ergab keine eindeutige Verschattung.

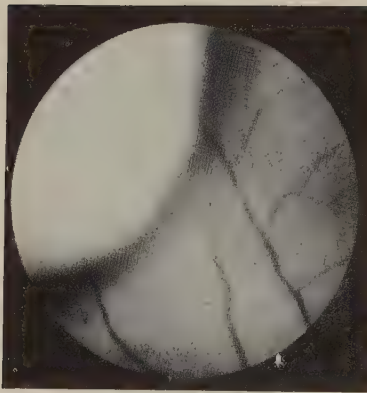


Abb. 16): Fall 1) Augenhintergrundphoto des linken Auges. Oben erscheint die Netzhautvorwölbung von 18 Dptr. Prominenz als überblendeter weißer Fleck, da die Bildschärfe auf den nicht abgehobenen Netzhautabschnitt eingestellt war.

Da während der klinischen Beobachtung eine Visusverschlechterung eintrat und die Ultraschalluntersuchung den Verdacht auf einen intraokularen Tumor erbrachte (s.unten), wurde am 5.6.1968 das linke Auge enukleiert.

Die histologische Untersuchung ergab ein malignes Melanom der Aderhaut, das bereits weit in den Glaskörperraum vorgewachsen war (Abb. 17). Mikroskopisch fanden sich vorwiegend Epitheloidzellen (Abb. 18).



Abb. 17): Fall 1) Malignes Melanom der Aderhaut
HE Färbung, Vergrößerung: 2,5fach.

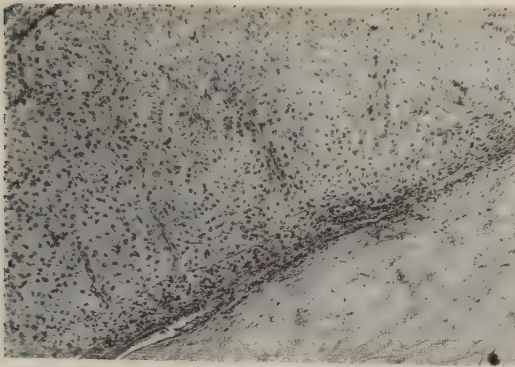
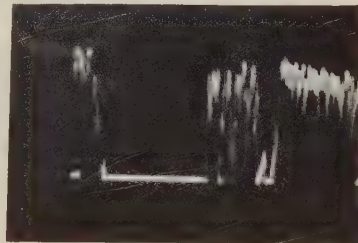


Abb. 18): Fall 1) Epitheloidzelliges malignes Melanom der Aderhaut mit wenig Pigment
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Ultraschalluntersuchung

Die mehrfach durchgeführten Ultraschalluntersuchungen ergaben immer wieder übereinstimmend auffallend hohe Reflexionszacken auf der sonst homogenen Glaskörperstrecke.



I T R

Abb. 19): Fall 1) Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm (Prüfkopf LB 10/5
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

Wir untersuchten mit Prüfkopf LB 10/5, der seitlich 5 mm vom Hornhautrand aufgesetzt wurde, um die Linse zu umgehen. Die Schallwellen treffen senkrecht auf die Tumorgegend. Das Echogramm

zeigt nach dem Initialecho (I) auf der sonst reflexlosen homogenen Glaskörperstrecke zahlreiche Tumorechozacken (T), die etwas kleiner sind als das Initialecho. Man bezeichnet diese charakteristische Zackenfolge als Tumorecho (Abb. 19). Gleich dahinter bildet sich das Bulbusrückwandecho (R) ab.

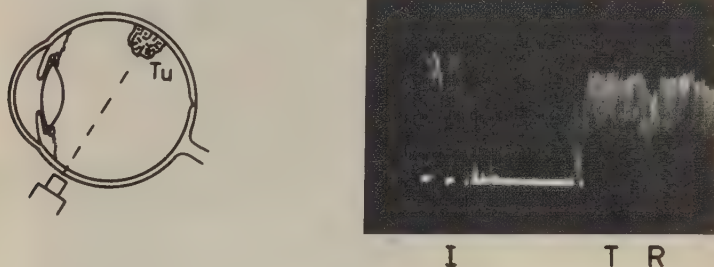


Abb. 20): Fall 1) Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm. Untersuchung in vivo. Prüfkopf MLB 6/5.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

Untersucht man mit einem anderen Prüfkopf (MLB 6/5), so ergibt sich grundsätzlich das gleiche Bild, doch sind die Tumorzacken von feinerer Struktur und gehen nach einem leichten Abfall direkt in das Rückwandecho über (Abb. 20).

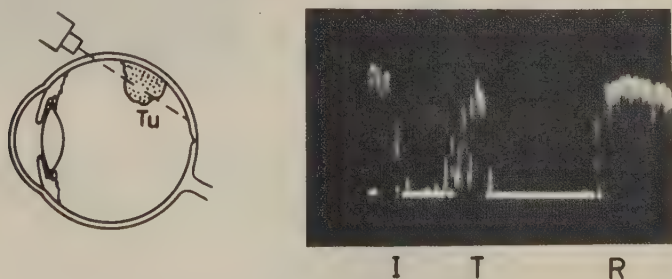


Abb. 21): Fall 1) Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm bei seitlicher Beschallung des intraokularen Tumors. Prüfkopf LB 10/5.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Bulbusrückwandecho

Setzt man den Prüfkopf (LB 10/5) so auf die Sklera, daß die Schallwellen unmittelbar den intraokularen Tumor treffen, so erscheinen die Tumorechozacken bereits im Zentrum der Glaskörperstrecke. Sie haben im Zentrum die größten Amplituden was der Tumorform entspricht (Abb. 21).

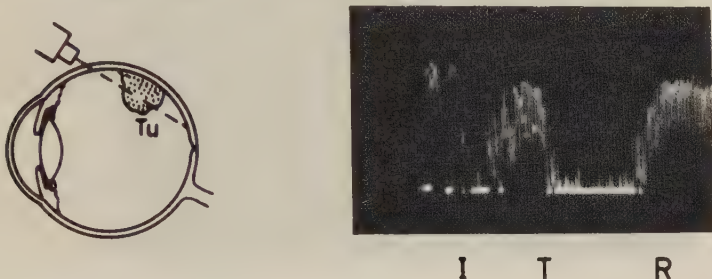


Abb. 22) Fall 1: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm bei seitlicher Beschallung des intraokularen Tumors. Prüfkopf MLB 6/5.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Bulbusrückwandecho

Bei gleicher Versuchsanordnung, aber bei Verwendung des Prüfkopfes MLB 6/5, erkennt man eine feinere Tumorstrukturierung und einen weniger steilen Abfall der Echozacken am Anfang des Tumors (Abb. 22).

Fall 2: Barbara P., 63 Jahre, Krankenblatt Nr.0577
Augenklinik Mainz.

Anamnese: Seit 1/2 Jahr Sehstörungen in Form von Schleiersehen vor dem rechten Auge.

Befund: Bei der Klinikaufnahme war die Netzhaut des rechten Auges nasal abgehoben mit einer Prominenz von 8 Dptr. (Abb. 23). Ein Netzhautloch war nicht sichtbar. Am oberen und unteren Rand der Abhebung war ein bräunlicher Schimmer zu sehen. Abbildung 24 zeigt einen Bulbusschnitt in 2,5facher Vergrößerung in der Höhe des Tumors.

Verlauf: Bei der diaskleralen Durchleuchtung ergab sich eine deutliche, umschriebene Verschattung nasal. Die Melaninprobe war negativ. Die Ultraschalluntersuchung bestätigte den Verdacht eines subretinalen Tumors (Abb. 26, 27).

Enucleatio bulbi rechts am 6.2.1968.



Abb. 23) Fall 2: Augenhintergrundphoto des rechten Auges.
Unmittelbar nasal am Papillenrand beginnt die
Netzhautvorwölbung.

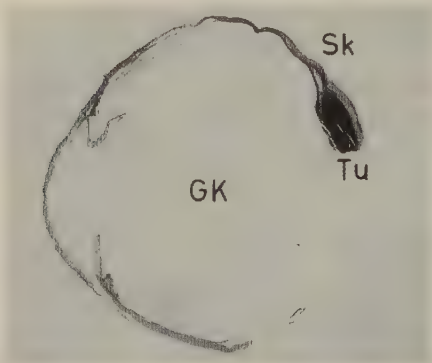


Abb. 24) Fall 2: Malignes Melanom der Aderhaut.
HE Färbung, Vergrößerung: 2,5 fach.
Sk = Sklera
Tu = Tumor
GK = Glaskörper

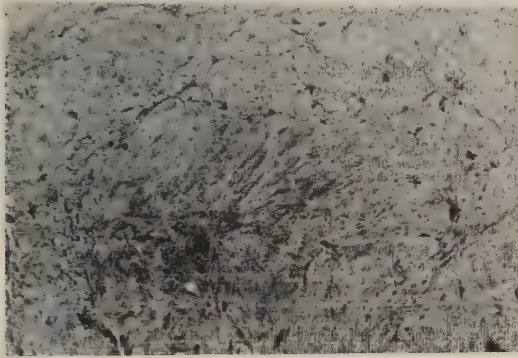
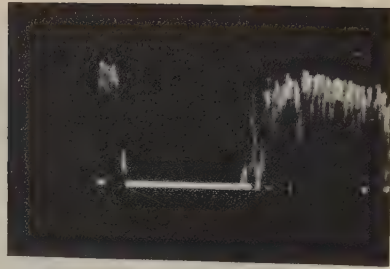


Abb. 25) Fall 2: Histologisches Photo des Tumors.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Histologische Untersuchung: Malignes Melanom der Aderhaut, das mit breiter Basis auf der Sklera aufliegt (Abb. 24), ohne in ihre Stromalamellen eingedrungen zu sein. Der Tumor ist stellenweise stark pigmentiert. Die Zellen sind längs-oval, zeigen reichlich Mitosen, die Zellkerne besitzen mehrere Nukleolen (Abb. 25).

Ultraschalluntersuchungen wurden vor und nach der Enucleation (also in vivo und am formolfixierten Bulbus) angefertigt. Dabei ging es auch darum, ob die Fixierung echographisch erkennbar ist.

Die Ultraschalluntersuchung in vivo mit Prüfkopf LB 10/5, der in Zone B aufgesetzt wurde (Abb. 26), zeigt im Echogramm nach dem Initialecho (I), im letzten Viertel der Glaskörperstrecke, die Tumorechos (T), die ohne besonderen Echozackenabfall in das Rückwandecho (R) übergehen.

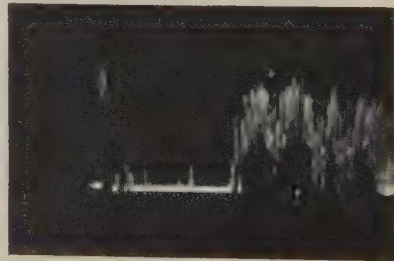


I T R

Abb. 26): Fall 2) Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und Echogramm bei malignem Melanom. Untersuchung in vivo.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

Den Befund der Ultraschalluntersuchung nach der Enukleation, nach 24-stündiger Fixierung mit 10%igem Formalin, zeigt das Echogramm Abb. 27. Man sieht, nach dem Initialecho (I), im letzten Drittel der Glaskörperstrecke die Tumorechozacken (T), die eine sichtbare Senkung in der Mitte und am Ende des Tumorechos aufweisen.



I T R

Abb. 27): Fall 2) Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und Echogramm bei malignem Melanom nach der Enukleation und 24-stündiger Fixierung mit 10%igem Formalin.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

Fall 3: Elisabeth W., 73 Jahre, Kr.Bl.Nr.1133 Augerklinik Mainz.
Anamnese: Seit 10 Jahren Diabetes mellitus und seit 5 Jahren Hypertonus. Die Pat. klagte über zunehmende Sehverschlechterung seit 3 Wochen am rechten Auge, ohne Schmerzen.
Befund: Bei der Klinikaufnahme war die Netzhaut des rechten Auges basal abgehoben mit einer Prominenz von 9 Dptr. (Abb. 28). Ein Netzhautloch war nicht sichtbar.
Verlauf: Bei der diaskleralen Durchleuchtung ergab sich eine deutliche umschriebene Verschattung basal. Die Melaninprobe war positiv. Die Ultraschalluntersuchung bestätigte den Verdacht eines subretinalen Tumors (Abb. 29).

Enucleatio bulbi rechts am 14.11.1967.

Histologische Untersuchung: Malignes Melanom der Aderhaut.

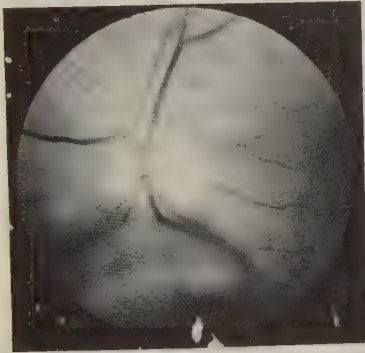


Abb. 28) Fall 3: Augenhintergrundphoto des rechten Auges. Unmittelbar am unteren Papillenrand beginnt die Netzhautvorwölbung.

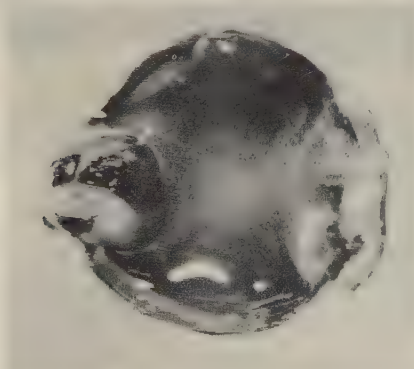


Abb. 29) Fall 3: Malignes Melanom der Aderhaut. HE Färbung. Vergrößerung: 2,5fach.

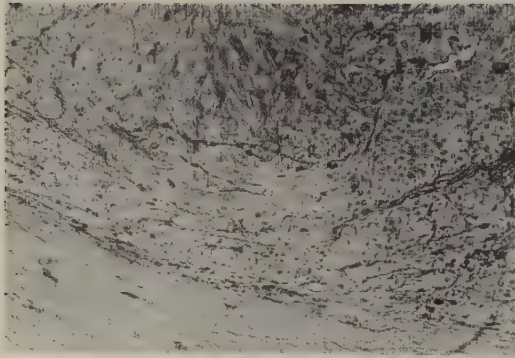


Abb. 30) Fall 3: Histologisches Photo des Tumors.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.
Der Tumor ist stellenweise stark pigmentiert.
Die Zellen sind längs-oval, zeigen reichlich
Mitosen, die Zellkerne besitzen mehrere Nucleolen.

Ultraschalluntersuchung

Die mehrfach durchgeführten Ultraschalluntersuchungen ergaben immer wieder übereinstimmend auffallend hohe Reflexionszacken auf der sonst homogenen Glaskörperstrecke.

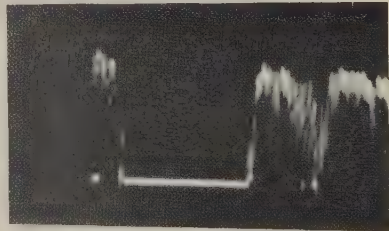
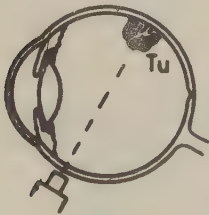


Abb. 31) Fall 3: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm. Untersuchung in vivo.

Wir untersuchten mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 31), der seitlich 5 mm vom Hornhautrand aufgesetzt wurde, um die Linse zu umgehen. Die Schallwellen treffen senkrecht auf die Tumorgegend. Das Echogramm zeigt nach dem Initialecho (I) auf der sonst reflexlosen homogenen Glaskörperstrecke zahlreiche Tumorechozacken (T),

die etwas kleiner sind als das Initialecho. Gleich dahinter bildet sich das Bulbusrückwandecho (R) ab (Abb. 31).

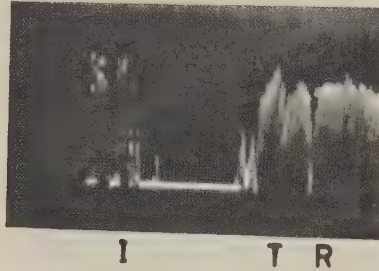


Abb. 32) Fall 3: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm nach der Enucleation.

Am Echogramm (entstanden 24 Stunden nach der Enucleation) erkennt man eine sichtbare Senkung der Tumorzacken = T in der Mitte des Tumors (Abb. 32). Der Abstand der Abgrenzung des Tumors von der Bulbusrückwand (R) ist jetzt kleiner geworden (vergl. Abb. 31).

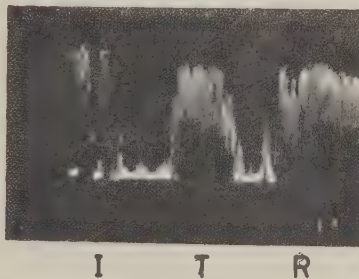
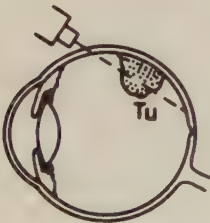


Abb. 33) Fall 3: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm bei seitlicher Beschallung des Tumors. Untersuchung in vivo.

Setzt man den Prüfkopf so auf die Sklera, daß die Schallwellen unmittelbar den intraokularen Tumor treffen (Zone C), so erscheinen die Tumorechozacken bereits im Zentrum der Glaskörperstrecke. Sie haben im Zentrum die größten Amplituden, was der Tumorform entspricht (Abb. 33).

Fall 4: Milkowa S., 56 Jahre, Kr.Bl.Nr. 1077 Augenklinik Mainz.
Anamnese: Seit 20 Jahren Diabetes mellitus, z.Zt. mit
3 x 1 Rastinon und 2 x 1 DBComb gut eingestellt. Im
Febr. 1967 Contusio bulbi li. Auge (Arbeitsunfall). Am
13.9.67 Klinikaufnahme wegen akutem Glaukomanfall li.
(Augendruck li. 80 mm Hg). Bei der klinischen Unter-
suchung ist eine totale Amotio li. festgestellt worden,
ein Netzhautloch war nicht sichtbar. Am 13.9.67 Skeroto-
mie li. zur Druckentlastung. Am 28.10.67 Wiederaufnahme
wegen akutem Glaukomanfall auf dem gleichen Auge.
Die Ultraschalluntersuchung bestätigte den Verdacht
eines subretinalen Tumors am li. Auge, der durch die
diasklerale Durchleuchtung angedeutet war.
30.10.1967 Enucleatio bulbi links.



Abb. 34) Fall 4: Malignes Melanom der Aderhaut.
HE Färbung, Vergrößerung: 2,5fach.

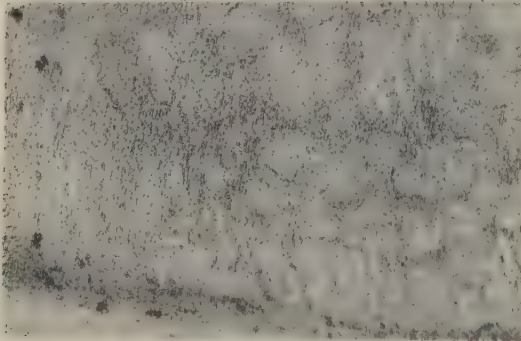
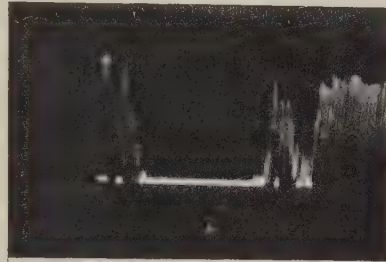
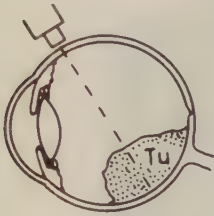


Abb. 35) Fall 4 : Histologisches Photo des Tumors.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Der breitbasige Tumor ist gut vaskularisiert und zeigt stellen-
weise starke Pigmentierung und Mitosenreichtum. Die Zellen sind
von überwiegend ovaler Form mit rundlichen Kernen, die Nucleo-
len enthalten.

Ultraschalluntersuchung

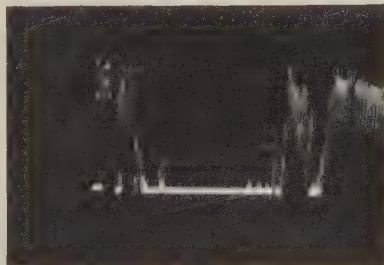
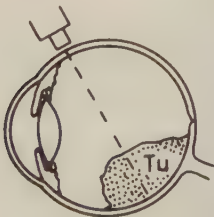
Die mehrfach durchgeführten Ultraschalluntersuchungen ergaben immer wieder übereinstimmend hohe Reflexionszacken auf der sonst homogenen Glaskörperstrecke.



I T R

Abb. 36) Fall 4: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm.
 Prüfkopf LB 10/5. Untersuchung in vivo.
 I = Initialecho
 T = Tumorecho
 R = Rückwandecho.

Wir untersuchten zuerst mit Prüfkopf LB 10/5, der seitlich 5 mm vom Hornhautrand aufgesetzt wurde, um die Linse zu umgehen. Die Schallwellen treffen senkrecht auf die Tumorgegend. Das Echogramm zeigt nach dem Initialecho (I) auf der sonst reflexlosen homogenen Glaskörperstrecke zahlreiche Tumorechozacken (T), die etwas kleiner sind als das Initialecho. Gleich dahinter bildet sich das Bulbusrückwandecho (R) (Abb. 36).



I T R

Abb. 37) Fall 4: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm.
 Prüfkopf MLB 6/5. Untersuchung in vivo.
 I = Initialecho
 T = Tumorecho
 R = Rückwandecho

Wir untersuchten weiter mit Prüfkopf MLB 6/5 in der gleichen Untersuchungsanordnung (Abb. 37). Das Echogramm zeigt nach der homogenen Glaskörperstrecke eine Erhöhung der Tumorechos (T) fast in der Größe des Rückwandechos (R). Die Abgrenzung mit der Bulbusrückwand erscheint dabei durch eine echolose Lücke deutlicher.

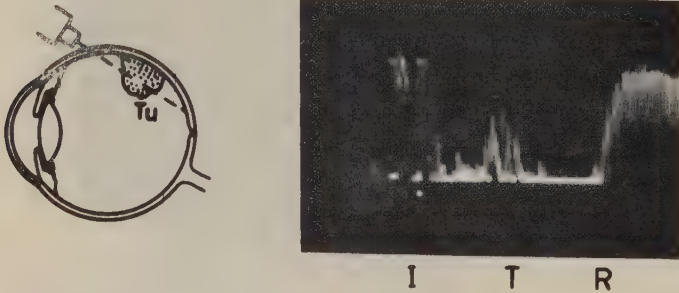


Abb. 38) Fall 4: Schematische Darstellung der Ultraschalluntersuchung und das entsprechende Echogramm bei seitlicher Beschallung des Tumors.
Untersuchung in vivo. Prüfkopf LB 10/5.

Wir setzten anschließend den Prüfkopf so auf die Sklera (Zone C), daß die Schallwellen unmittelbar den intraokularen Tumor trafen (Abb. 38). Die Tumorechozacken (T) erschienen bereits im Zentrum der Glaskörperstrecke. Sie zeigen eine kleinere Amplitude als die Tumorechos der Echogramme Abb. 36 und 37, da die Schallwellen den Tumor nur teilweise in seinem oberen Ende treffen.

B) Nebennierentumor bei Morbus CUSHING

Georg M., 46 Jahre, Sekt.Frot.Nr.64/68 Path.Inst.Mainz.

Anamnese: Der Patient litt seit über 14 Jahren an Stammfett-sucht, das Gewicht betrug 119 kg. Es fanden sich blaurote Striae am Bauch, außerdem bestanden Hypertonie (190/115) und Herzinsuffizienz.

Verlauf: Pat. wurde wegen Atemnot aufgenommen. Es bestand weiterhin Polyurie, Polydipsie, starke Beinödeme, Verlust von Libido und Potenz. Durch perirenale Luftfüllung ließ sich röntgenologisch ein Tumor der Nebenniere nachweisen, der am 9.1.1968 entfernt wurde. Der Pat. verstarb jedoch wenige Tage später an einer Herzinsuffizienz.

Histologie: Polymorphzelliges Sarkom der Nebennierenrinde.

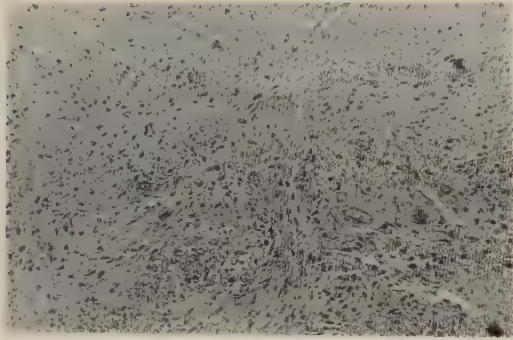


Abb. 39) Fall B: Histologisches Photo des Nebennierentumors.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.
Man erkennt die nicht deutlich ausgeprägte teils
spindelige, teils rundliche Form der Tumorzellen.

Ultraschalluntersuchung

Für unsere Ultraschalluntersuchungen stand frisches, unfixiertes Tumorgewebe zur Verfügung. Es wurde in der Küvette mit zwei verschiedenen Prüfköpfen untersucht, um eventuell auch bessere Gewebsdifferenzierung zu bekommen. Doch fand sich in beiden Fällen ein Echogramm kompakten Gewebes ohne besondere Charakteristica (Abb. 40, 41). Beide Echogramme zeigen den gleichen Tumor. Das erste weist eine gröbere Form von Echozacken auf, das zweite eine feinere. Die verschiedenartige Struktur der Zacken beruht auf der unterschiedlichen Empfindlichkeit der beiden verwandten Prüfköpfe.

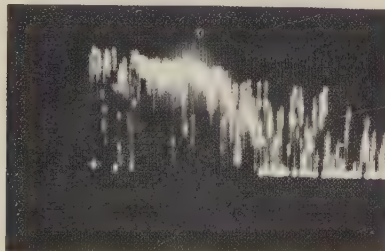


Abb. 40) Fall B: Echogramm eines Nebennierentumors
in der Küvette, Prüfkopf LB 10/5.

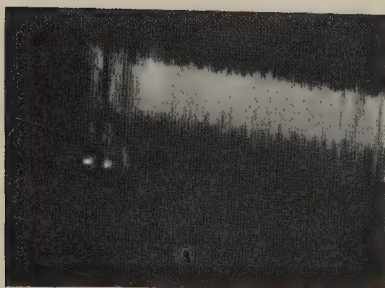


Abb. 41) Fall B: Echogramm eines Nebennierentumors
in der Kuvette. Prüfkopf MLB 6/5.

Um intraokulare Tumoren zu imitieren, führten wir anschließend ein erbsengroßes Gewebstück des Nebennierentumors in ein enukleiertes menschliches Auge und untersuchten es mit beiden Prüfköpfen. Bei der intraokularen Untersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 42) sieht man im Echogramm nach dem Initialecho (I) und der reflexlosen Glaskörperstrecke die Tumorechozacken (T), die eine große Ähnlichkeit mit denen der Kuvette Abb. 40 zeigen.

Bei der Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 43) erkennt man eine Erniedrigung der Tumorzacken am Anfang und Ende des Tumors und damit eine markante Abgrenzung gegen das Rückwandecho (R).

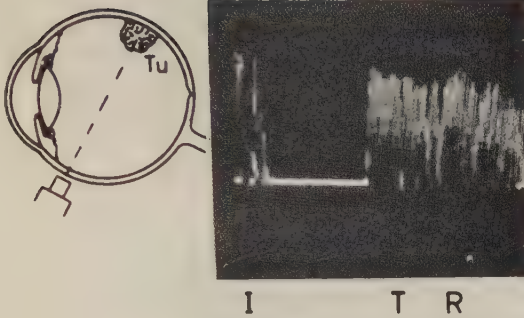


Abb. 42) Fall B: Echogramm eines in das Bulbusinnere
verbrachten Nebennierentumors. Prüfkopf LB 10/5.
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

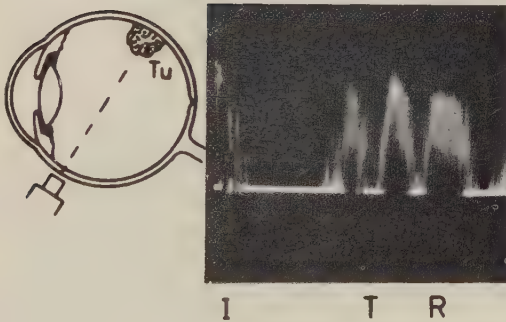


Abb. 43) Fall B: Echogramm eines in das Bulbusinnere
verbrachten Nebennierentumors. Prüfkopf MLB 6/5.
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho.

C) Pleurametastase eines Mammakarzinoms

Dorothea S., 44 Jahre, Sekt.Prot.Nr.643/67 Path.Inst.Mainz.

Anamnese: Im Dez. 1966 Mammaamputation rechts wegen eines histologisch gesicherten Medullarkarzinoms. Anschließend Röntgenbestrahlung. Aufnahme im Okt. 1967 mit Metastasen in Axilla und Pleura.

Verlauf: Großes hämorrhagisches Pleuraexsudat rechts, in dem auch Tumorzellen nachgewiesen werden konnten.

Exitus am 14.11.1967.

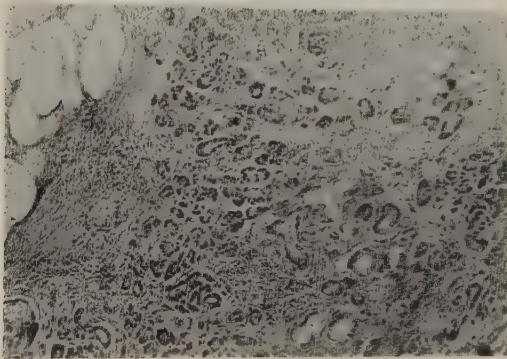


Abb. 44) Fall C: Histologisches Photo einer Ca-Metastase in der Pleura.

HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Mikroskopisch sieht man weiße, verzweigte Bindegewebszüge, teils rundlich, teils unregelmäßig zackig begrenzt mit vereinzelt epithelartigen, sonst polymorphen Zellen.

Ultraschalluntersuchung

Es wurden Ultraschalluntersuchungen am frischen, unfixierten Tumorgewebe durchgeführt (Abb. 45, 46, 47, 48).

Alle Echogramme zeigen Tumorzacken homogener Tumorgewebe. Das unterschiedliche Aussehen der Echogramme Abb. 45, 46, die von dem gleichen Tumorgewebe entstanden sind, wurde durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der zwei verwandten Prüfköpfe hervorgerufen.

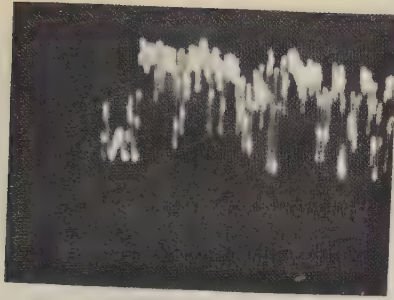


Abb. 45) Fall C: Echogramm einer Pleurametastase.
Prüfkopf LB 10/5.

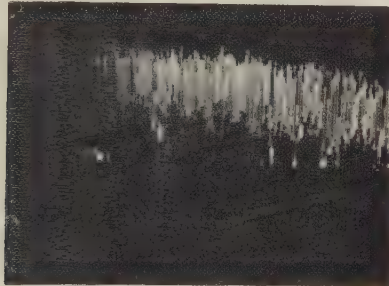
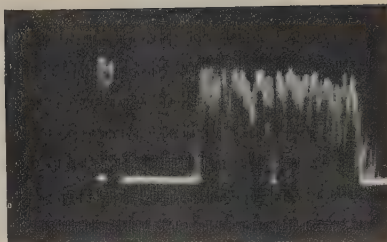


Abb. 46) Fall C: Echogramm einer Pleurametastase.
Prüfkopf MLB 6/5.

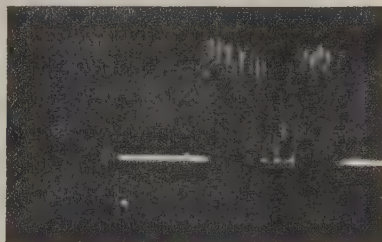
Die intraokularen Tumoruntersuchungen Abb. 47, 48 zeigen Echostrukturzacken, die denen des malignen Melanoms sehr ähnlich sind (vergl. Abb. 16, Fall 1 und Abb. 47 Fall C).

Bei Abb. 48 mit Prüfkopf MLB 6/5 grenzt sich der ins Bulbusinnere verbrachte Tumor durch Zackenabfall deutlich vom Rückwandecho ab, im Gegensatz zu Abb. 47, wo das Rückwandecho nur leicht angedeutet erscheint.



I T R

Abb. 47) Fall C: Echogramm einer in das Bulbusinnere
verbrachten Pleurametastase.
Prüfkopf LB 10/5
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandeecho



I T R

Abb. 48) Fall C: Echogramm einer in das Bulbusinnere
verbrachten Pleurametastase.
Prüfkopf MLB 6/5
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandeecho

D) Gallengangkarzinom

Gisela K., 61 Jahre, Sekt. Prot. Nr. 1436/67 Path. Inst. Mainz.
Anamnese: Seit 3 Jahren Druckgefühl im rechten Oberbauch,
dyspeptische Beschwerden.

Verlauf: Klinikaufnahme vor 6 Wochen wegen Ikterus mit
Gewichtsverlust und Anämie. Es ist ein prallelastischer
Tumor im rechten Oberbauch tastbar. Die röntgenologische
Untersuchung der Gallengänge ergab eine Cholelithiasis
und den Verdacht eines Gallengangverschlusses durch ein
Malignom. Es wurde eine Cholecysto-Duodenostomie durch-
geführt. Nach vorübergehender Besserung des Allgemein-
zustandes Exitus am 24.9.67 im Leberkoma.

Diagnose: Gallengangkarzinom mit Lebermetastasen.

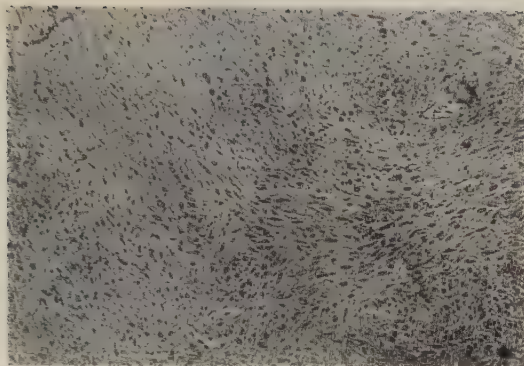


Abb. 49) Fall D: Histologisches Photo eines Gallengangkarzinoms.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Man erkennt vereinzelte Zylinderepithelzellen, unregelmäßig gestaltet mit etwas schleimiger Absonderung (Siegelringzellen) im Bindegewebe und in dessen Spalten.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Tumorgewebe durchgeführt.

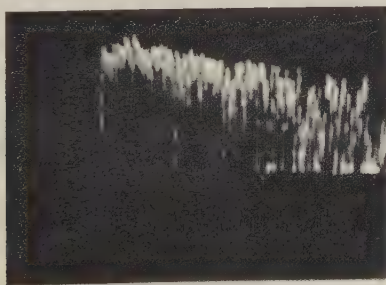


Abb. 50) Fall D: Echogramm eines Gallengangkarzinoms.
Prüfkopf LB 10/5

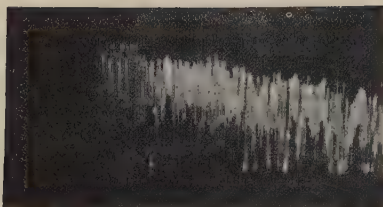
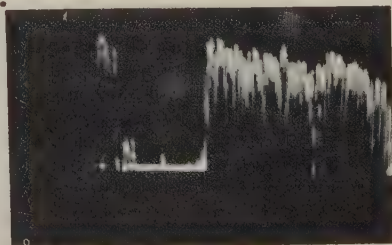


Abb. 51) Fall D: Echogramm eines Gallengangkarzinoms.
Prüfkopf MLB 6/5

Die Echogramme der Gewebsuntersuchung Abb. 50, 51 zeigen uncharakteristische Echozacken aus kompaktem Gewebe. Das Echogramm Abb. 51 weist eine Regelmäßigkeit der Echozacken auf.

Auch in diesem Fall wurde Tumorgewebe in das Augeninnere gebracht und dann beschallt. Dabei fand sich eine Ähnlichkeit der intraokularen Tumorechozacken Abb. 52, 53 mit den Echozacken der Gewebsuntersuchung Abb. 50, 51.

Das Bulbusrückwandecho (R) in den Echogrammen der intraokularen Ultraschalluntersuchungen Abb. 52, 53 ist nur undeutlich zu erkennen, da es sich direkt an das Ende des Tumorechos anschließt. Die Regelmäßigkeit der Tumorechozacken der Gewebsuntersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 51) wird bei der intraokularen Untersuchung mit dem gleichen Prüfkopf (Abb. 53) nicht so deutlich sichtbar.



I T R

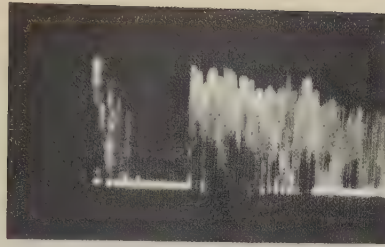
Abb. 52) Fall D: Echogramm eines in das Bulbusinnere verbrachten Gallengangkarzinoms.

I = Initialecho

T = Tumorecho

R = Rückwandecho

Prüfkopf LB 10/5



I T R

Abb. 53) Fall D: Echogramm eines in das Bulbusinnere verbrachten Gallengangkarzinoms.

I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Rückwandecho
Prüfkopf MLB 6/5

E) Haemangiomgewebe bei STURGE-WEBER-KRABBE-Syndrom

Willi K., 58 Jahre, Kr.Bl.Nr.502 Univ.-Augenklinik Mainz.

Anamnese: Seit Geburt ausgeprägtes Haemangiom der linken Gesichtshälfte. Seit 3 Jahren besteht ein chronisches Glaukom links. Das Auge ist erblindet. Die Klinikaufnahme erfolgte wegen eines akuten schmerzhaften Druckerhöhungs links.

Verlauf: Da es sich um ein absolutes Glaukom links handelte und der erhöhte Augendruck medikamentös nicht zu regulieren war, wurde am 30.5.67 eine Enukleation durchgeführt.

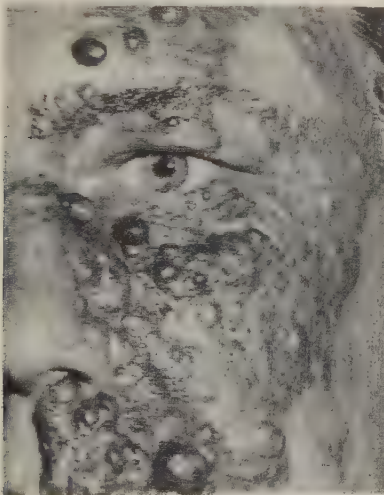


Abb. 54) Fall E: STURGE-WEBER-KRABBE-Syndrom der linken Gesichtshälfte x)

/x) Die Abbildung wurde uns freundlicherweise von Herrn Prof. Dr.G.W.Korting, Direktor der Univ.-Hautklinik Mainz, zur Verfügung gestellt.

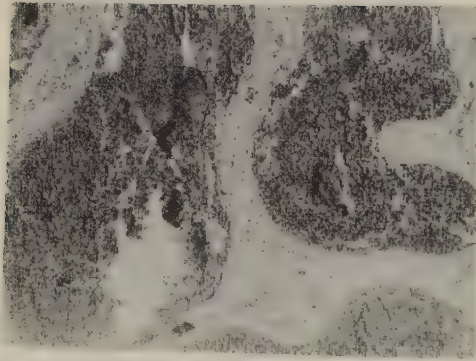


Abb. 55) Fall E: Haemangioma cavernosum.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Ultraschalluntersuchungen wurden am Haemangiomgewebe in vivo (Abb. 56, 57) und nach Herausnahme eines etwa erdnußgroßen Tumorstückes, das ins Bulbusinnere eingebracht wurde (Abb. 58, 59), durchgeführt.

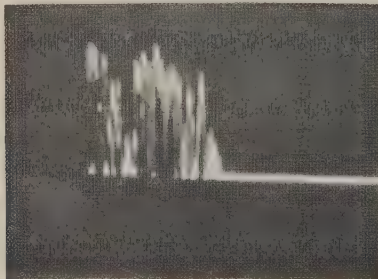


Abb. 56) Fall E: Echogramm des Cavernomgewebes in vivo.
Prüfkopf LB 10/5.

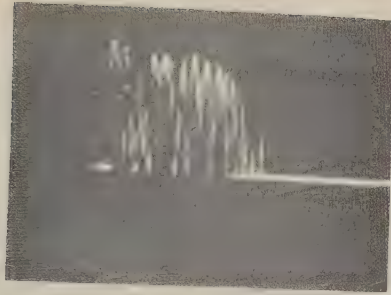
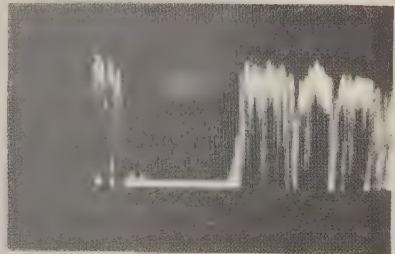


Abb. 57) Fall E: Echogramm des Cavernomgewebes in vivo.
Prüfkopf MLB 6/5



I T R

Abb. 58) Fall E: Echogramm eines in das Bulbusinnere
verbrachten Haemangioms.
Prüfkopf LB 10/5



I T R

Abb. 59) Fall E: Echogramm eines in das Bulbusinnere
verbrachten Haemangioms.
Prüfkopf MLB 6/5

Die echographische Gewebsuntersuchung in vivo ergab charakteristische, in etwa regelmäßigen Abständen in gleicher Höhe sich wiederholende Tumorechozacken, was für die Gewebsstruktur des Haemangioms besonders kennzeichnend ist (Abb. 56, 57).

Ein Vergleich mit den Abb. 56, 57 und 22, 26, 27, 31, 32 zeigt, daß sich Haemangiome und maligne Melanome durch Ultraschalluntersuchung unterscheiden lassen. Da beide Geschwulstarten in der Aderhaut vorkommen, gibt in Zweifelsfällen diese Untersuchungsmethode gute differentialdiagnostische Hinweise.

Bei den malignen Melanomen fehlen die in regelmäßigen Abständen in gleicher Höhe sich wiederholenden Echozacken des Haemangioms, die in dem Tumorecho (Abb. 58, 59) deutlich zu sehen sind.

F) Neurofibrom

August B., 68 Jahre, Kr.Bl.Nr.1493, Hautklinik Mainz.

Anamnese: Seit Jahren besteht ein histologisch gesicherter Morbus RECKLINGHAUSEN mit multiplen schmerzlosen, über den ganzen Körper verstreuten, weichen Knoten von ca. 0,5 bis 4-5 cm Durchmesser.

Verlauf: Patient lag in der Med.Klinik wegen einer Nierenkolik rechts, die konservativ behandelt wurde. Neurologische Funktionsausfälle bestanden nicht. Am 28.1.68 wurde ein ca. nußgroßer Tumor aus dem rechten Unterarm (Abb. 60) zur histologischen Untersuchung entfernt.

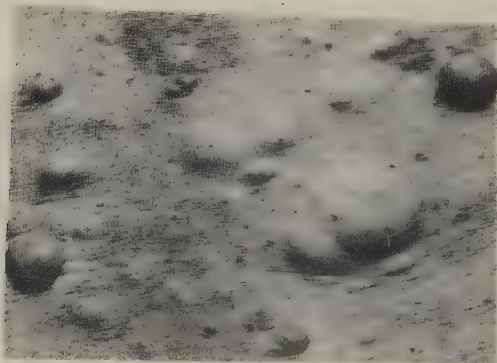


Abb. 60) Fall F: Neurofibromknoten am rechten Unterarm bei M. RECKLINGHAUSEN.

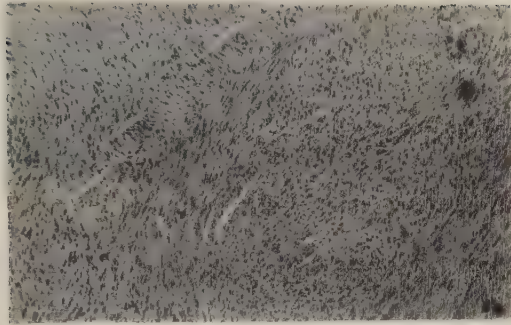


Abb. 61) Fall F: Histologisches Photo des Neurofibrom-
gewebes.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden an Tumorgeweben, die in
Formollösung 24 Stunden aufbewahrt waren, durchgeführt.

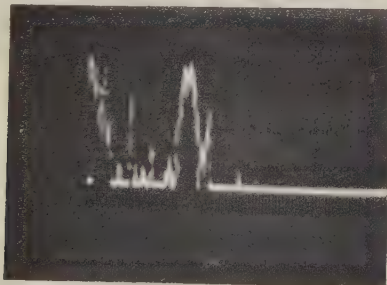


Abb. 62) Fall F: Echogramm eines Neurofibroms.
Prüfkopf LB 10/5.

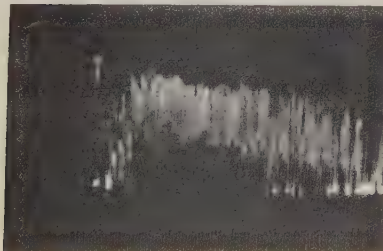


Abb. 63) Fall F: Echogramm eines Neurofibroms.
Prüfkopf MLB 6/5

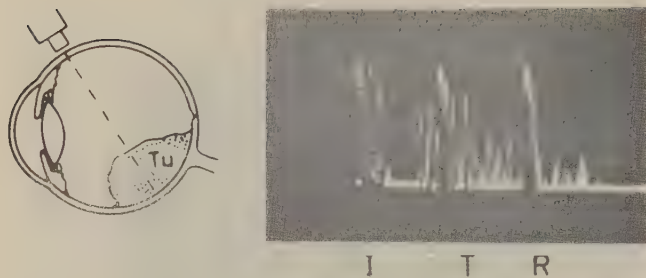


Abb. 64) Fall F: Echogramm eines in das Bulbusinnere verbrachten Neurofibroms. Prüfkopf LB 10/5.
 I = Initialecho
 T = Tumorecho
 R = Rückwandecho

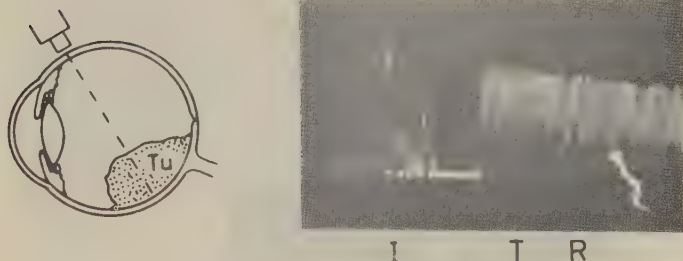


Abb. 65) Fall F: Echogramm eines in das Bulbusinnere verbrachten Neurofibroms. Prüfkopf MLB 6/5.
 I = Initialecho
 T = Tumorecho
 R = Rückwandecho

Das Echogramm der Gewebsuntersuchung in der Kuvette mit Prüfkopf LB 10/5 zeigt Tumorechos, die trotz der Homogenität des Tumors ein starkes Abfallen in den ersten $2/3$ der Echozacken aufweisen (Abb. 62). Eine unterschiedliche Echozackenhöhe findet man bei dem ins Bulbusinnere verbrachten Tumorgewebe, welches ebenfalls gewebshomogen war (Abb. 67).

Bei den Ultraschalluntersuchungen mit Prüfkopf MLB 6/5, unter gleichen Bedingungen durchgeführt, sind die Tumorechozacken von gleicher Höhe (Abb. 63, 65).

G) Uterus myomatosus

Karin A., 48 Jahre. Präp.Nr. 763/67 Path.Inst.Mainz.

Anamnese: 3 normale Geburten, eine Fehlgeburt. Seit 8 Jahren zunehmende Menorrhagien, seit 3 Jahren Menorrhagien mit erheblicher Anämie, Herzbeschwerden, Kopfschmerzen und Schwindel, Cystitis, Ischiura paradoxa.

Verlauf: Die vaginale Untersuchung ergab einen mannsfaustgroßen, derben, gut beweglichen Tumor mit glatter Oberfläche. Am 10.11.67 abdominale Uterusexstirpation.

Diagnose: Uterus myomatosus.

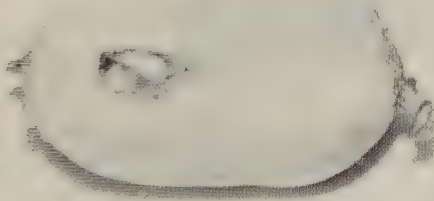


Abb. 66) Fall G: Querschnitt durch das Operationspräparat in Höhe der Tubenabgänge.

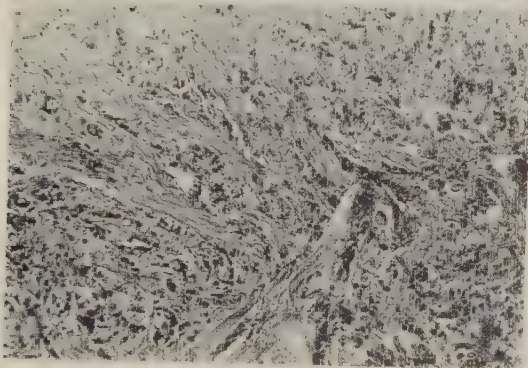


Abb. 67) Fall G: Histologisches Photo des Uterus myomatosus. HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Tumorgewebe des Uterus myomatosus gleich nach der Operation durchgeführt.

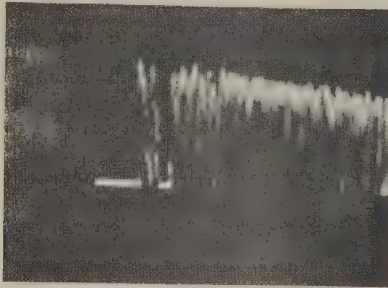


Abb. 68) Fall G: Echogramm des Uterus myomatosus.
Untersuchung in der Kuvette. Prüfkopf LB 10/5.

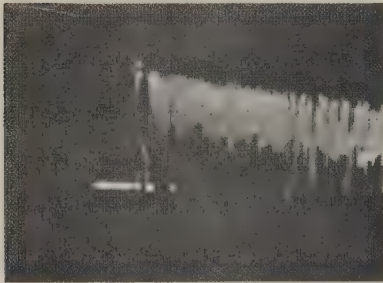


Abb. 69) Fall G: Echogramm des Uterus myomatosus.
Untersuchung in der Kuvette. Prüfkopf MLB 6/5.

Das Echogramm der Gewebsuntersuchung in der Kuvette mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 68) zeigt deutlich eine 1 cm lange Tumorechostrecke, die anders strukturiert erscheint als das übrige Echo. Sie entspricht der Länge eines kleinen Myomknötchens des zu untersuchenden Gewebes.

Das Echogramm mit Prüfkopf MLB 6/5 zeigt dies nicht (Abb. 69).

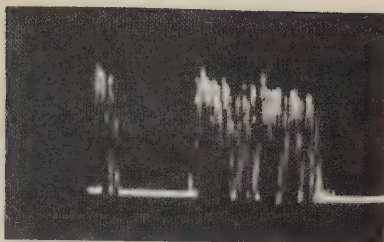


Abb. 70) Fall G: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Uterus-myomatosus-Gewebes.

Prüfkopf LB 10/5.

I = Initialecho

T = Tumorecho

R = Rückwandecho

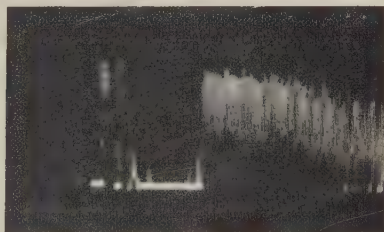


Abb. 71) Fall G: Echogramm eines ins Bulbusinnere eingebrachten Uterus-myomatosus-Gewebes.

Prüfkopf MLB 6/5.

I = Initialecho

T = Tumorecho

R = Rückwandecho

Die intraokulare Tumoruntersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 ergab Echozacken von leicht größerer Höhe am Anfang des Tumors als das Rückwandecho = R. Das Ende des Tumors weist niedrigere Zacken auf, die deutlich gegen das Rückwandecho abgegrenzt sind (Abb. 70).

Die gleiche Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 zeigt homogene Tumorechozacken, die gleich hoch und nicht vom Rückwandecho abzugrenzen sind (Abb. 71).

H) Ependymom des Kleinhirns

Margarete A., 66 Jahre. Präp.Nr.1053/67 Path.Inst.Mainz.

Anamnese: Seit 6 Monaten Kopfschmerzen von außerordentlicher Heftigkeit. Klopf- und Druckempfindlichkeit in der Hinterhauptgegend. Starkes Erbrechen. Stauungspapille beiderseits, rechts 2, links 3 Dptr. prominent. Seit 3 Monaten cerebrale Ataxie. Am 10.10.67 Exstirpation eines eigroßen Tumors aus dem Kleinhirn.

Histologie: Ependymom.

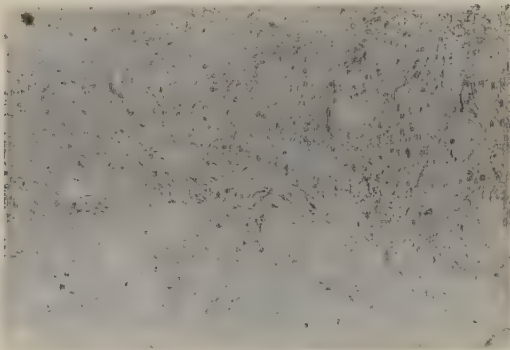


Abb. 72) Fall H: Histologisches Photo des Ependymoms.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Man sieht die papilläre Wachstumsform des Tumors mit einer Pfeilerartigen Anordnung der Zellen.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden an Tumorgeweben, die in Formollösung 24 Stunden aufbewahrt waren, durchgeführt.



Abb. 73) Fall H: Echogramm eines Ependymoms.
Untersuchung in der Kuvette. Prüfkopf LB 10/5

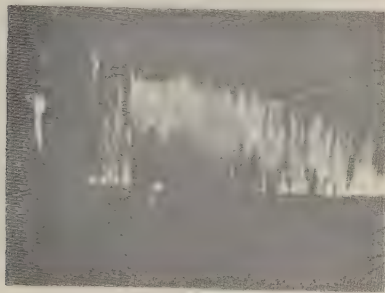
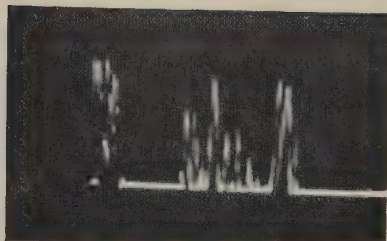
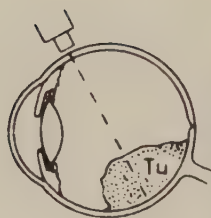


Abb. 74) Fall H: Echogramm eines Ependymoms.
Untersuchung in der Kuvette. Prüfkopf MLB 6/5.

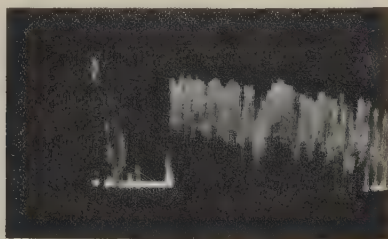
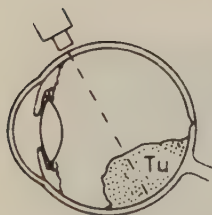
Das Echogramm vom Ependymomgewebe in der Kuvette mit Prüfkopf LB 10/5 zeigt eine typische Echozackenarmut, was für Hirngewebe charakteristisch sein kann (Abb. 73).

Die gleiche Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 zeigt diese charakteristische Echoarmut nicht (Abb. 74).



I T R

Abb. 75) Fall H: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Ependymoms. Prüfkopf LB 10/5.
I = Initialecho, T = Tumorecho, R = Rückwandecho



I T R

Abb. 76) Fall H: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Ependymoms. Prüfkopf MLB 6/5.
I = Initialecho, T = Tumorecho, R = Rückwandecho

Bei den ins Augenninnere verbrachten Tumorgewebe sieht das Echogramm ähnlich aus. Bei Untersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 75) sind die Tumorechozacken niedrig und sehr deutlich vom Bulbusrückwandecho abzugrenzen. Im Echogramm (Abb. 76), mit Prüfkopf MLB 6/5 durchgeführt, sind die Tumorechozacken gleich hoch wie das Bulbusrückwandecho = R und nur durch einen kleinen echolosen Spalt abgegrenzt.

I) Mammakarzinom

Johanna K., 46 Jahre. Krankenblatt Nr. 8763, Univ.-Frauenkl. Mainz.
Anamnese: Seit 8 Monaten gering verschiebliches Knötchen in der linken Brust, das zur Zeit der Operation eigroß war. Im Bereich des Tumors, temporal der Mamille, war die äußere Haut eingezogen. Keine tastbare Lymphknotenvergrößerung.
Nach Probeexcision und histologischer Schnelluntersuchung Mammaamputation li. am 4.1.1968.
Diagnose: Carcinoma solidum simplex.

a)

b)

Abb. 77) Fall I: Photo des Operationspräparates
a) Vorderseite
b) Rückseite mit aufgeschnittenem Tumor



Abb. 78) Fall I: Histologisches Photo des Mammakarzinoms.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Man erkennt das Einwuchern eines Krebsstranges in das umliegende Fettgewebe. Die Zellen sind polygonal und stehen in auffallend lockerem Zusammenhang. Die Zellkerne sind groß und chromatinreich.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Tumorgewebe durchgeführt.

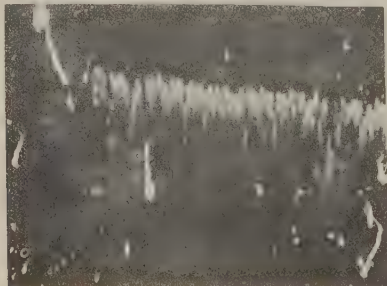


Abb. 79) Fall I: Echogramm von Mammakarzinomgewebe.
Prüfkopf LB 10/5.

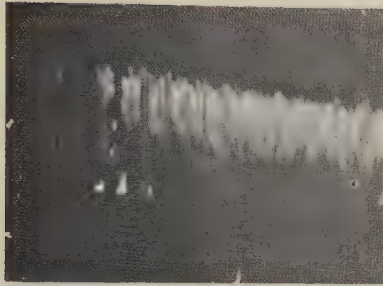
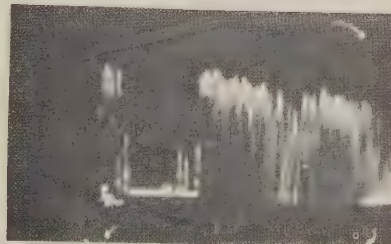


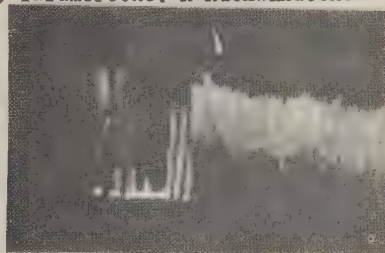
Abb. 80) Fall I: Echogramm von Mammakarzinomgewebe.
Prüfkopf MLB 6/5.

Die Tumorgewebsuntersuchung in der Küvette mit beiden Prüfköpfen (Abb. 79, 80) zeigt am Echogramm homogene Tumorzacken von gleicher Struktur und Höhe.



I T R

Abb. 81) Fall I: Echogramm eines ins Augeninnere ver-
brachten Mammakarzinomgewebes. Prüfkopf LB 10/5.
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Rückwandecho



I T R

Abb. 82) Fall I: Echogramm eines ins Augeninnere ver-
brachten Karzinomgewebes. Prüfkopf MLB 6/5.
I = Initialecho, T = Tumorecho, R = Rückwandecho

Bei dem ins Augenhinnere verbrachten Tumor erscheint im Echogramm bei Verwendung des Prüfkopfes LB 10/5 eine deutliche Abgrenzung der Tumorechozacken durch eine leichte Erniedrigung derselben vor der Bulbusrückwand (Abb. 81).

In dem Echogramm mit Prüfkopf MLB 6/5, unter sonst gleichen Bedingungen, gehen die Echozacken am Ende des Tumors ohne merkbare Erniedrigung in das Bulbusrückwandecho = R über (Abb. 82).

Bei allen Untersuchungen in der Küvette und intraokular (Abb. 79 - 82) ist eine markante Strukturähnlichkeit der Tumorechozacken zu erkennen.

J) Benigne Struma

Ida K., 48 Jahre. Krankenblatt Nr. 1652 Augenklinik Mainz.
Anamnese: Seit 8 Jahren, mit Beginn des Klimakteriums, langsam zunehmende Schwellung der Glandula Thyreoidea mit Gemüts-
erregung, Tachychardie, leichtem Exophthalmus. Bei der Klinik-
aufnahme bestand eine Grundumsatzsteigerung und Erhöhung des
Radiojodtestes.

Verlauf: Nach konservativer 20tägiger Behandlung ist der Puls
von 155/min auf 94/min gesunken, im EKG waren vereinzelte Extra-
systolen. Der Exophthalmus ist zurückgegangen. Stellwag'sches
Symptom noch positiv. Es bestand ein leichter, feinschlägiger
Fingertremor, Polydipsie, Polyurie und leichter Haarausfall.
Am 10.3.1968 Strumaresektion in der Chirurg. Klinik.

Diagnose: Struma diffusa parenchymatosa mikrofollikularis.



Abb. 83) Fall J: 48jährige Patientin mit benigner Struma

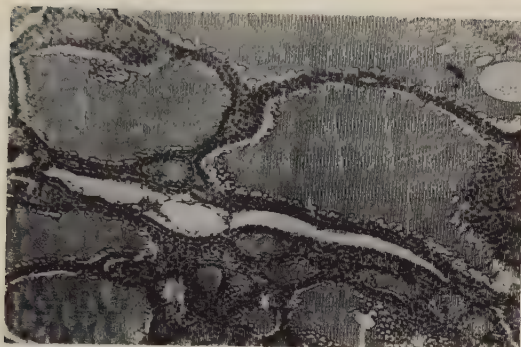


Abb. 84) Fall J: Struma diffusa parenchymatosa.
HE Färbung. Vergrößerung: 125fach.
Im Vordergrund die kolloidhaltigen Follikel.

Die Papillen sind mit relativ großen Epithelzellen überzogen, die eine mäßige Polymorphie zeigen. Dazwischen liegt komprimiertes Schilddrüsengewebe.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Strumagewebe durchgeführt.

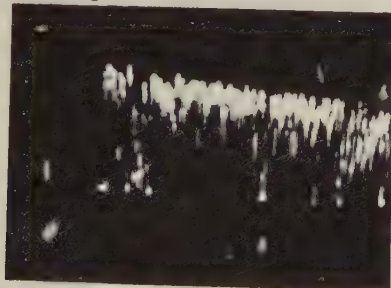


Abb. 85) Fall J: Echogramm von benignem Strumagewebe.
Prüfkopf LB 10/5.

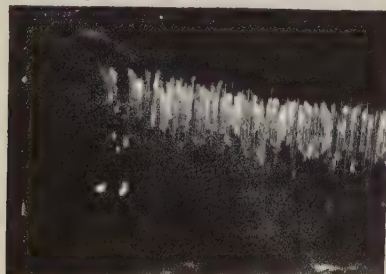


Abb. 86) Fall J: Echogramm von benignem Strumagewebe.
Prüfkopf MLB 6/5.

Die echographischen Gewebsuntersuchungen in der Kuvette mit beiden Prüfköpfen zeigen charakteristische, in regelmäßigen Abständen sich wiederholende Tumorechozacken, die auch der Struktur der Struma entsprechen (Abb. 85, 86).

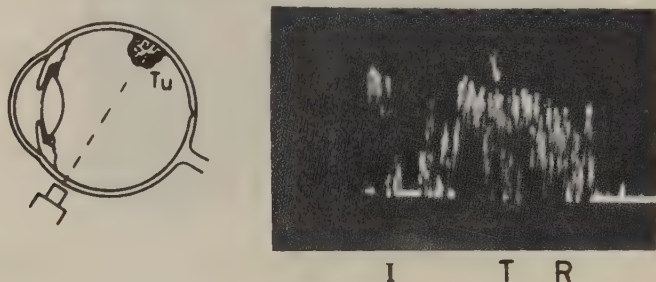


Abb. 87) Fall J: Echogramm eines ins Augeninnere verbrachten benignen Strumagewebes. Prüfkopf LB 10/5.

I = Initialecho, T = Tumorecho, R = Rückwandecho

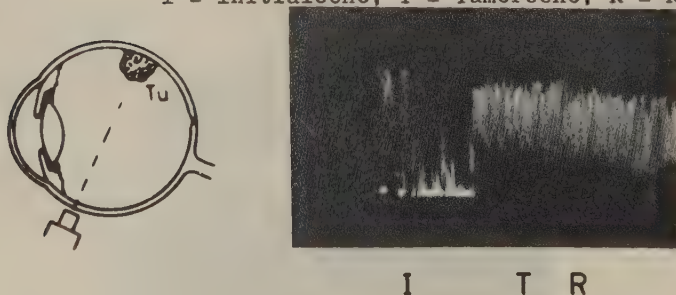


Abb. 88) Fall J: Echogramm eines ins Augeninnere verbrachten benignen Strumagewebes. Prüfkopf MLB 6/5.

I = Initialecho, T = Tumorecho, R = Rückwandecho.

Bei den intraokularen Untersuchungen ist die charakteristische Strumastruktur beim Echogramm mit Prüfkopf LB 10/5 noch vorhanden (Abb. 87), bei Prüfkopf MLB 6/5 sogar deutlicher (Abb. 88). Bei letzterem aber ist der Tumor schwer vom Bulbusrückwandecho abzugrenzen, da die Echozacken ineinander übergehen.

K) Struma maligna

Martha B., 67 Jahre, Krankenblatt Nr. 1537 Chirurg.Klinik.
Anamnese: Seit 5 Monaten rasch wachsende, einseitige Struma rechts von derber Konsistenz und höckeriger Beschaffenheit. Tumor etwa eichelgroß, von seiner Umgebung nicht scharf abgrenzbar. Bei der Aufnahme bestanden Schluck- und Atembeschwerden sowie Heiserkeit.

Verlauf: Regionäre Lymphknoten nicht tastbar. Im Laufe der stationären Behandlung zunehmende Venenstauung im Bereich des Halses. Die Röntgenuntersuchung von Trachea und Lungen ergaben keinen Anhalt für Metastasen.

Am 26.3.68 Totalresektion der Schilddrüse mit Ausraumung der regionären Lymphknoten. Anschließend Röntgenbestrahlung.

Diagnose: Malignes papilläres Adenom.

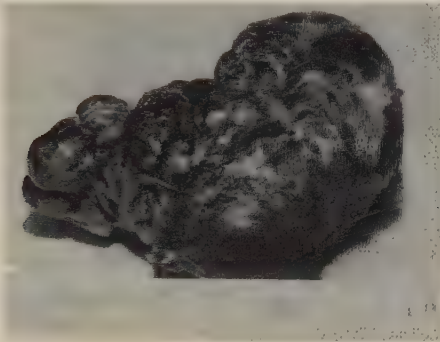


Abb. 89) Fall K: Struma maligna (Operationspräparat)

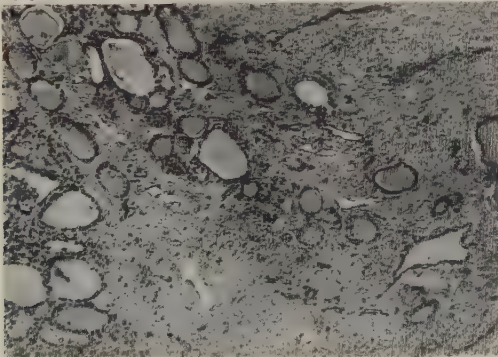


Abb. 90) Fall K: Histologisches Photo des malignen Strumagewebes (papilläres Adenom).
HE Färbung. Vergrößerung: 125fach.
Man erkennt follikuläre Kolloidknoten, die eine atypische Proliferation aufweisen. In der Umgebung der Knoten ist infiltratives Wachstum des Tumorgewebes zu sehen.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen unfixierten Tumorgewebe durchgeführt.

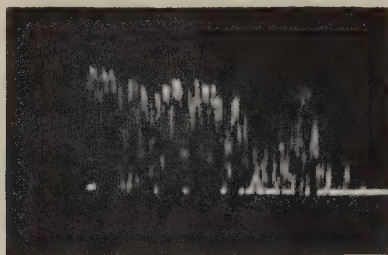


Abb. 91) Fall K: Echogramm der Struma maligna.
Prüfkopf LB 10/5

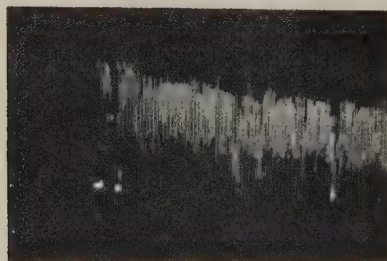


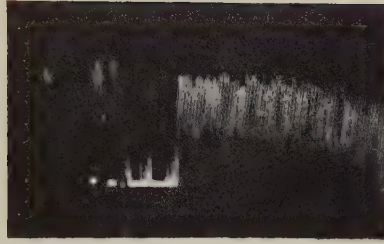
Abb. 92) Fall K: Echogramm der Struma maligna.
Prüfkopf MLB 6/5

Die echographische Gewebsuntersuchung in der Kuvette mit beiden Prüfköpfen zeigt teils die charakteristischen, in regelmäßigen Abständen sich wiederholenden Strumaechozacken, mit kleinen Intervallen von unregelmäßigen Zacken, was der Tumorstruktur auch entspricht (Abb. 91, 92).



I T R

Abb. 93) Fall K: Echogramm vom Struma-maligna-Gewebe, ins Bulbusinnere verbracht. Prüfkopf LB 10/5.
I = Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbusrückwandecho



I T R

Abb. 94) Fall K: Echogramm vom Struma-maligna-Gewebe, ins Bulbusinnere verbracht. Prüfkopf MLB 6/5.
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbuarückwand-echo

Die intraokularen Echogramme vom Tumorgewebe zeigen in Abb. 93 mit Prüfkopf LB 10/5 völlig von der Küvettenuntersuchung abweichende kleinere und unregelmäßige Tumorechozacken, da der Tumor nicht in seiner Mitte vom Schallstrahl getroffen ist. Mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 94) sind sie dagegen der Küvettenuntersuchung ähnlich.

L) Seminom des Hodens

Paul M., 48 Jahre, Krankenblatt Nr. 1487 Chirurg, Klinik.
Anamnese: Zufällig bemerkte, einseitige Hodenvergrößerung rechts vor 4 Monaten, ohne entzündliche Erscheinungen. Seit einem Monat ziehende Schmerzen und Spannungsgefühl sowie leicht angedeutete Anschwellung der Brustdrüse bds. Bei der Klinikaufnahme bestand ein apfelgroßer, derber Tumor des ganzen Hodens.

Verlauf: Diaphanie - Untersuchung war negativ. Keine Schwellung der regionären Lymphdrüsen. Das i.v.-Pyelogramm gab keinen Hinweis auf retroperitoneale Metastasen. Am 5.2.68 Orchiektomie rechts unter Mitentfernung des Samenstranges bis zum Anulus inguinalis.

Diagnose: Seminom des Hodens.



Abb. 95) Fall L. Makroskopisches Photo des Operationspräparates, eröffnet.

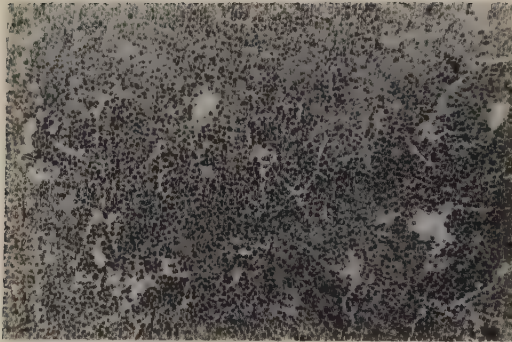


Abb. 96) Fall L: Histologisches Photo des Seminomgewebes.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.
Man sieht das Netzwerk des Tumors mit engen Stromazügen, in denen die Geschwulstzellen meist auffallend locker liegen. In den Septen des Stromagerüsts sind vereinzelt Lymphoidzellen zu sehen.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Seminomgewebe durchgeführt.

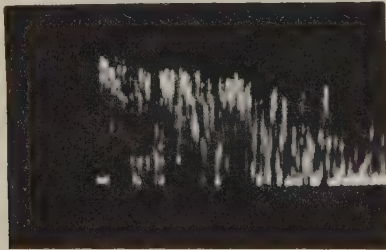


Abb. 97) Fall L: Echogramm eines Seminoms.
Prüfkopf LB 10/5.

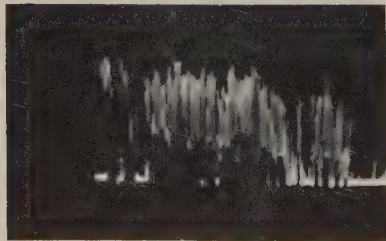
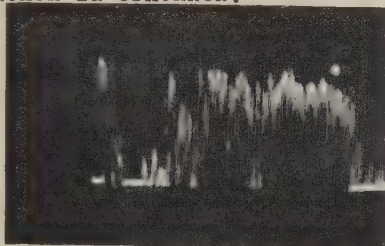


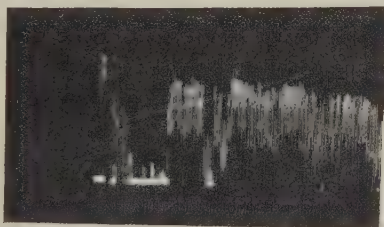
Abb. 98) Fall L: Echogramm eines Seminoms.
Prüfkopf MLB 6/5.

Die Ultraschalluntersuchungen in der Kuvette mit beiden Prüfköpfen ergeben uncharakteristische Tumorgewebszacken von ungleichmäßiger Höhe. Beim Vergleich der beiden Echogramme der Untersuchung (Abb. 97, 98) ist eine Strukturähnlichkeit der Tumorechozacken zu erkennen.



I T R

Abb. 99) Fall L: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Seminomgewebes. Prüfkopf LB 10/5.
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbusrückwandecho



I T R

Abb. 100) Fall L: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Seminomgewebes. Prüfkopf MLB 6/5.
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbusrückwandecho.

Bei den intraokularen Untersuchungen (Abb. 99, 100) sieht man gleich nach dem ersten Drittel der Tumorzacken = T eine deutliche Zackensenkung. Das Ende des Tumors beim Echogramm Abb. 99 geht ohne deutliche Abgrenzung in das Bulbusrückwandecho (=R) über.

M) Lebermetastase eines Lungenkarzinoms

Günther T., 56 Jahre, Sekt. Prot. Nr. 983/68 Path. Inst. Mainz.
Anamnese: Seit 10 Monaten Bronchitis mit hartnäckigem Husten, seit 15 Tagen mit Blutbeimischungen im Auswurf. Bei der Klinikaufnahme bestanden Schmerzen auf dem Sternum, leichte Heiserkeit sowie insgesamt 5 mandelgroße, harte indolente Drüsenanschwellungen in der Axilla bds.; Gewichtsverlust von 8-10 kg innerhalb der letzten 6 Monate.

Verlauf: Die Röntgenuntersuchung und Lungenübersichtsaufnahme zeigten eine unscharf begrenzte hilus-nahe Verschattung links mit zentraler Einschmelzung sowie Spiegelbildung. Die Bronchographie, Bronchooskopie mit Probeexcision bestätigen den Verdacht auf Bronchial-Lungenkarzinom von kleinzelligem Typ. Die weitere klinische Diagnostik ergab eine allgemeine Metastasierung. Nach 10wöchiger konservativer Behandlung akute Hämoptoe. Pleuraerguß rechts und Exitus durch Ateminsuffizienz.

Diagnose: Lungenkarzinom mit Metastasierung.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden an einer 4 cm langen und 5 cm breiten Lebermetastase von unfixiertem Lebergewebe 20 Stunden post mortem durchgeführt.

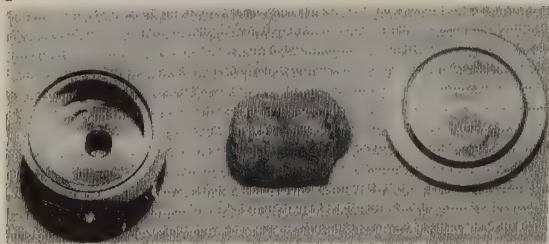


Abb. 101) Fall M: Photo der Lebermetastase des Lungenkarzinoms vor der Untersuchung bei aufgeschraubter Küvette.

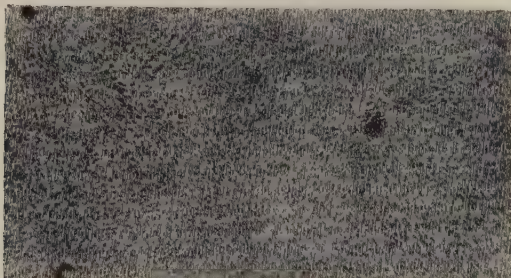


Abb. 102) Fall M: Histologisches Photo der Lebermetastase. HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

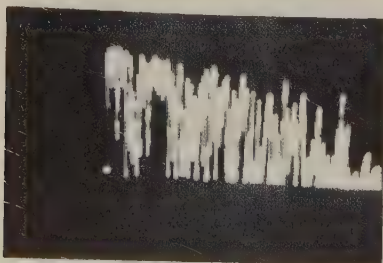


Abb. 103) Fall M: Echogramm einer Lebermetastase eines Lungenkarzinoms. Prüfkopf LB 10/5.

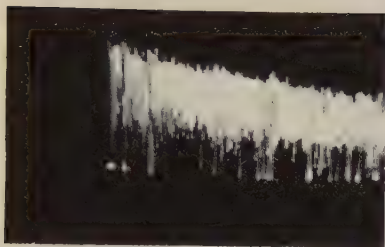
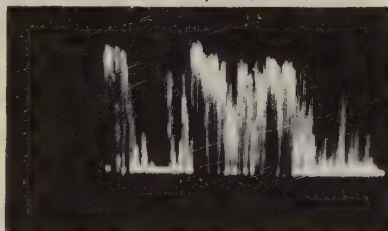


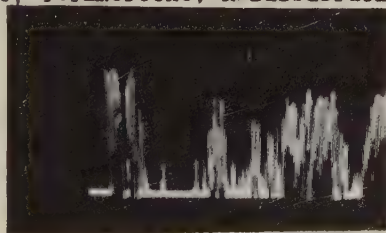
Abb. 104) Fall M: Echogramm einer Lebermetastase eines Lungenkarzinoms. Prüfkopf MLB 6/5.

Die echographischen Gewebsuntersuchungen in der Küvette mit beiden Prüfköpfen (Abb. 103, 104) zeigen gleichhohe, homogene Echozacken, die für einen soliden Tumor sprechen.



I T R

Abb. 105) Fall M: Echogramm einer Lebermetastase eines Lungenkarzinoms, ins Augeninnere verbracht. Prüfkopf LB 10/5
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbusrückwandecho



I T R

Abb. 106) Fall M: Echogramm einer Lebermetastase eines Lungenkarzinoms, ins Augeninnere verbracht. Prüfkopf MLB 6/5
I=Initialecho, T=Tumorecho, R=Bulbusrückwandecho

Die intraokulare Untersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 105) zeigt gleichhohe Tumorechozacken, die im Bereich des Bulbus-

rückwandechos stark an Höhe abnehmen, und damit deutlich von dieser abgrenzbar sind. Das Echogramm mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 106) zeigt dagegen ungleichmäßig hohe Tumorechozacken, die vor dem Bulbusrückwandecho an Höhe zunehmen und von diesem deutlich abgrenzbar sind.

N) Retentionszyste am Unterlid

Michael K., 9 Jahre, Krankenblatt Nr. 1263 Augenklinik Mainz.
Anamnese: Seit 2 Jahren langsam zunehmender, erbsengroßer gelblicher Tumor von weicher Beschaffenheit am linken Unterlid. Kind wurde mit dem Verdacht eines Cavernoms in die Klinik eingewiesen. Vor der Operation und Exstirpation des Tumors führten wir eine Ultraschalluntersuchung durch. Am 10.2.68 Entfernung des Tumors am linken Unterlid in Lokalanästhesie.
Diagnose: Lidzyste.

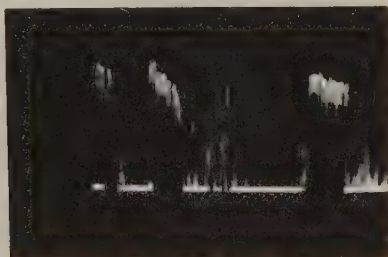


Abb. 107) Fall N: Echogramm einer Retentionszyste in vivo, Prüfkopf LB 10/5.

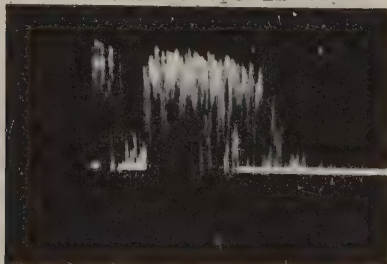


Abb. 108) Fall N: Echogramm eines Cavernoms in vivo, (Prüfkopf LB 10/5), das von einem Patienten stammt, der einige Cavernome an der linken Gesichtshälfte zeigte (vgl. Fall E).

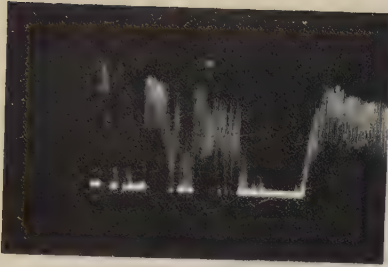


Abb. 109) Fall N: Echogramm einer Retentionszyste in vivo.
Prüfkopf MLB 6/5.

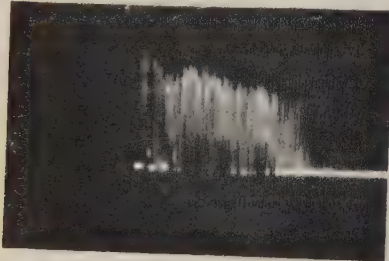


Abb. 110) Fall N: Echogramm eines Cavernoms in vivo.
(Prüfkopf MLB 6/5).
Das Echogramm stammt von dem Fall E.

Die Ultraschalluntersuchung in vivo mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 107) zeigt Tumorzacken, die mit denen eines Hämangioms (Abb. 108) nicht übereinstimmen. Beim ersteren sieht man in der Mitte des Tumorechos einen echolosen Spalt, der die schallhomogene Flüssigkeit der Zyste darstellt. Beim Hämangiom erkennt man im Bereich des Tumorechos gleichhohe, sich in regelmäßigen Abständen wiederholende Echozacken, die für diese Geschwulstart charakteristisch sind (s.S.45).

O) Lipom (im Unterhautzellgewebe)

Wilhelm B., 58 Jahre, Krankenblatt Nr.1843 Chir.Klinik Mainz.
Anamnese: Seit 2 Jahren langsam wachsende, weiche Geschwulst auf dem Rücken paravertebral.
Verlauf: Patient wurde wegen einer Hernia inguinalis in die Klinik aufgenommen. Bei der Aufnahme ist neben einem Leistenbruch links die eigroße, von ihrer Umgebung leicht **abgrenzbare** Geschwulst, von guter Verschieblichkeit, festgestellt worden, die am gleichen Tag mit der Leistenbruchoperation in Lokalanästhesie entfernt wurde.

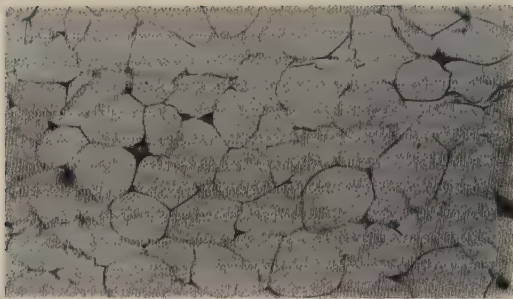


Abb. 111) Fall O: Lipom.
HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Tumorgewebe durchgeführt.

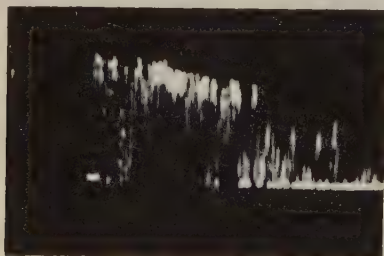


Abb. 112) Fall O: Echogramm eines Lipoms.
Prüfkopf LB 10/5.

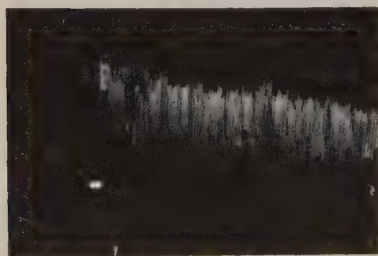
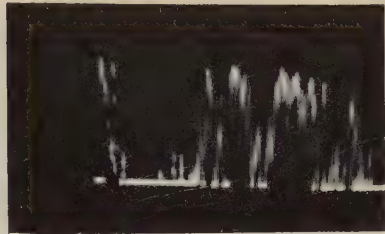


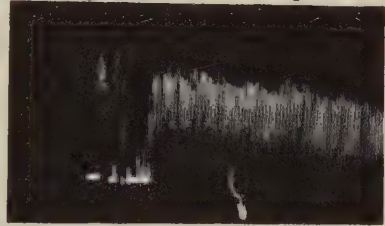
Abb. 113) Fall O: Echogramm eines Lipoms.
Prüfkopf MLB 6/5.

Die Ultraschalluntersuchungen in der Küvette mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 112) zeigen homogene Tumorechozacken von gleichbleibendem Abstand, die im letzten Viertel des Tumors steil abfallen, was bei der Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 113) nicht der Fall ist, da sie gleichmäßig abfallen.



I T R

Abb. 114) Fall O: Echogramm eines ins Bulbusinnere
verbrachten Lipomgewebes. Prüfkopf LB 10/5.



I T R

Abb. 115) Fall O: Echogramm eines ins Bulbusinnere
verbrachten Lipomgewebes. Prüfkopf MLB 6/5.

Bei der intraokularen Lipomuntersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 114) sind die Tumorechozacken (=T) vom Bulbusrückwandecho (=R) durch eine deutliche Senkung derselben abzugrenzen. Bei der Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 dagegen gehen sie fast ohne Höhenabfall und undeutlich abgegrenzt in das Bulbusrückwandecho über (Abb. 115).

P) Nierenkarzinom

Franz B., 72 Jahre, Krankenblatt Nr.1682 Chir.Klinik Mainz.
Anamnese: Seit 6 Monaten Hämaturie. Seit 3 Wochen Druckgefühl in der Nierengegend rechts und Koliken.

Verlauf: Das i.v.-Pyelogramm zeigte eine tumorverdächtige Stelle im Bereich des oberen Nierenpols. Nierenkonkremente sind röntgenologisch nicht nachweisbar. Verstärkte Koliken durch abgehende Blutgerinnsel und verstärkte Hämaturie.

Am 3.68 Nephrektomie rechts.

Diagnose: Nierenkarzinom rechts.

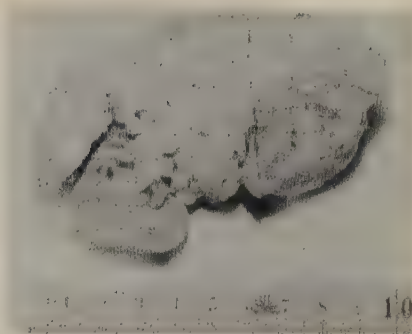


Abb. 116) Fall P: Makroskopisches Photo der aufgeschnittenen Niere mit dem Tumor rechts am Nierenpol.

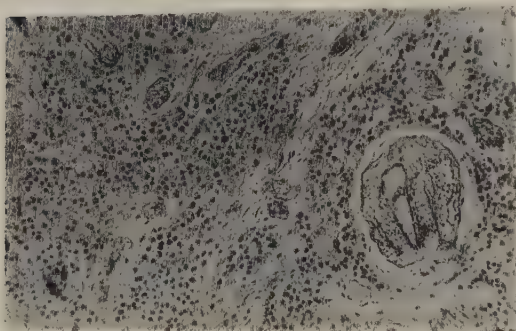


Abb. 117) Fall P: Histologisches Photo des Nierenkarzinoms. HE Färbung, Vergrößerung: 125fach.

Man sieht die großen Hilus Epitheloid-Zellen mit Fett und Lipoiden. Man erkennt vereinzelt Psammomkörperchen.

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am frischen, unfixierten Tumorgewebe durchgeführt.

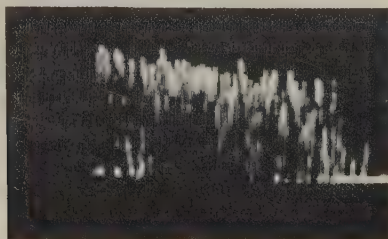


Abb. 118) Fall P: Echogramm eines Nierenkarzinoms. Prüfkopf LB 10/5.

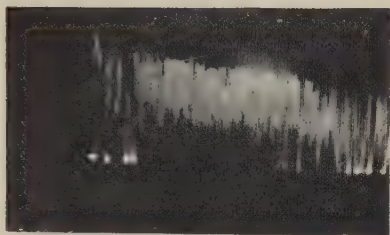
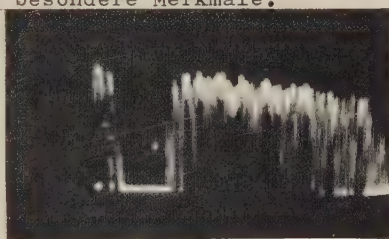


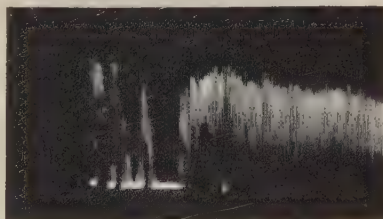
Abb. 119) Fall P: Echogramm eines Nierenkarzinoms. Prüfkopf MLB 6/5.

Die Ultraschalluntersuchungen in der Kuvette mit beiden Prüfköpfen (Abb. 118, 119) ergeben uncharakteristische homogene Tumorechos, ohne besondere Merkmale.



I T R

Abb. 120) Fall P: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Nierenkarzinoms. Prüfkopf LB 10/5.



I T R

Abb. 121) Fall P: Echogramm eines ins Bulbusinnere verbrachten Nierenkarzinoms. Prüfkopf MLB 6/5.

Die intraokulare Untersuchung mit Prüfkopf LB 10/5 (Abb. 120) ergibt gleichmäßig abfallende Zacken, die ohne deutliche Abgrenzung in das Bulbusrückwandecho übergehen.

Die Echozacken bei der Untersuchung mit Prüfkopf MLB 6/5 (Abb. 121) zeigen im ersten Drittel der Tumorstrecke einen leichten Anstieg und Senkung der Tumorzacken, die dann in gleicher Höhe bleiben und ebenfalls ohne deutliche Abgrenzung in das Bulbusrückwandecho übergehen. Das Echogramm zeigt nach dem Initialecho eine Zacke L, die durch die Streifung der Linse durch den Schallstrahl entstanden ist.

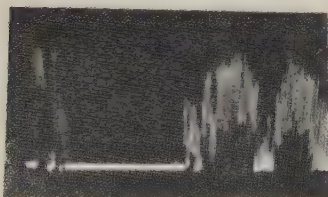
6) Diskussion und Ergebnis der Befunde

Die vorgelegte Arbeit enthält die Ergebnisse von Ultraschalluntersuchungen an verschiedenen gutartigen und bösartigen Tumoren. Es sollte untersucht werden, auf welche Weise eine noch größere Sicherheit bei der Tumordiagnostik mit Ultraschall erzielt werden kann.

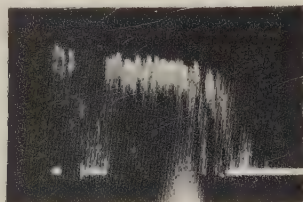
Maßgebend für die Differenzierung tumorverdächtiger Befunde sind echographische Abweichungen bei der unter gleichen Untersuchungsbedingungen durchgeführten Beschallung der verschiedenen Gewebe.

Bei unseren Untersuchungen konnten wir feststellen, daß für die Form des Echogramms zwei Gewebsstrukturen charakteristisch sind; einmal die homogenen, zum anderen die inhomogenen. Bei den soliden Geweben finden sich gleich hohe, eng nebeneinanderstehende Echozacken, bei den inhomogenen Geweben dagegen sind die regelmäßigen Echozacken unterbrochen von Intervallen mit unregelmäßigen Zacken.

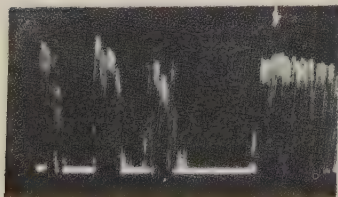
So fanden wir zwischen den Echogrammen eines malignen Melanoms der Aderhaut und dem eines Hämangioms eindeutige Unterschiede.



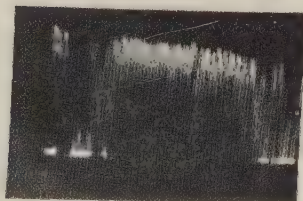
a=malignes Melanom
der Aderhaut



b=Hämangiom



c=Retentionszyste



d=Lipom

Abb. 122): Gegenüberstellung der Echogramme von malignem Melanom der Aderhaut, Hämangiom, Retentionszyste und Lipom.

Beim ersten sieht man auf- und absteigende Echozacken am Anfang und Ende des Tumors; und beim Hämangiom in etwa regelmäßigen Abständen, in gleicher Höhe sich wiederholende, charakteristische Echozacken (Abb. 122). Damit gibt die Ultraschalluntersuchung einen wichtigen differentialdiagnostischen Hinweis, der unter Umständen ausschlaggebend ist, ob das erkrankte Auge erhalten bleiben kann oder nicht.

Deutliche echographische Unterschiede haben wir auch bei der Untersuchung von Hämangiomgewebe und einer Retentionszyste festgestellt. (Abb. 122 b, c, vergl. auch Abb. 107 und Abb. 56). Beim letzteren zeigt das Echogramm zwei Gruppen von Echozacken am Anfang und am Ende der Zyste, die der Zystenwand entsprechen. Dazwischen liegt ein echofreies Intervall, was dem schallhomogenen Inhalt der Zyste entspricht.

Auch ist die Retentionszyste echographisch von einem kompakten Tumor, einer Metastase und von einem Lipom zu unterscheiden (Abb. 122 d).

Da Zysten, Hämangiome, Lipome und Metastasen an den Augenlidern vorkommen, verbessert hier die Ultraschalldiagnostik unsere differentialdiagnostischen Möglichkeiten.

Die von uns bei verschiedenen Karzinomen erhobenen Echogramme weisen untereinander keine typischen Strukturähnlichkeiten in Art, Zahl und Höhe der Tumorechozacken auf, da es sich dabei um ungeordnete Gewebswucherungen handelt, die keine konstanten und gewebsspezifischen Echogramme entstehen lassen (vergl. Abb. 50, 79, 103). Man kann daher weder von einem charakteristischen Karzinomechogramm sprechen, noch ein solches für die Karzinomgruppe erwarten.

Nach unseren Untersuchungen lassen sich auch gut- und bösartige Tumoren echographisch nicht voneinander unterscheiden, wenn es sich um kompakte Gewebe handelt; wohl gelang es bei Ultraschalluntersuchungen am benignen und malignen Strumagewebe eine typische Strukturierung der Echozacken zu ermitteln. Sie waren bei der benignen Struma gleich hoch und wiederholten sich in regelmäßigen Abständen (Abb. 123a, vergl. Abb. 85), während im Echogramm der malignen Struma (Abb. 123b, vergl. Abb. 91) zwischendurch niedrigere Zacken lagen.

So gibt auch hier die Ultraschalluntersuchung auf verhältnismäßig einfache Weise einen zusätzlichen differentialdiagnostischen Hinweis über Malignität und Benignität einer Struma.

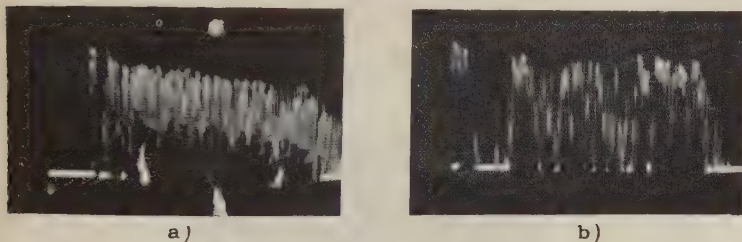


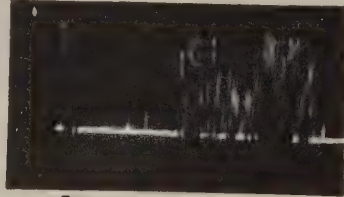
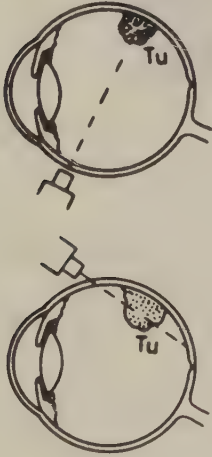
Abb. 123): Gegenüberstellung der Echogramme von
a = benignem, b = malignem Strumagewebe.

Die Echogramme der verschiedenen von uns untersuchten malignen Aderhautmelanome gleichen sich, je nach Form und Größe des Gewebes, in einer spezifischen Weise. Bei direkter Beschallung des Tumors von der gegenüberliegenden Seite der Sklera aus (Abb. 124a) entsteht nach dem Initialecho (I) und der homogenen Glaskörperstrecke das Tumorecho (T) meist unmittelbar hinter der Zacke, die von der abgehobenen Netzhaut stammt. Es folgen dann die zahlreichen Echozacken des soliden Tumorgewebes, die nach links zu etwas an Höhe abnehmen und sich dadurch von der anschließenden Bulbusrückwand (R) (Sklerinnenwand) abgrenzen lassen (vergl. Abb. 20, 26, 36, 37).

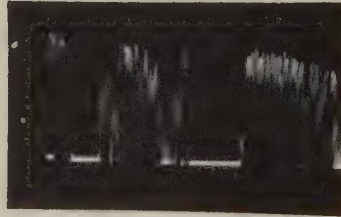
Bei Schwierigkeiten in der Lokalisation und Abgrenzung von Tumorgewebe konnten wir, wie es NOVER und STALLKAMP empfohlen haben (Abb. 15), durch Beschallung aus verschiedenen Richtungen und vom benachbarten gesunden Gewebe aus die Beurteilung des Echogramms genauer definieren.

Bei seitlicher Beschallung entsteht im Echogramm nach dem Initialecho (I) in der Mitte der Glaskörperstrecke das Tumorecho (T) mit Netzhautzacken am Anfang und Ende der Tumorechozacken (Abb. 124 b). Die Abgrenzung des Tumors von der dahinter liegenden Bulbusrückwand (R) ist bei dieser Untersuchungsanordnung sehr deutlich.

Bei vergleichenden Ultraschalluntersuchungen vor und nach der Enukleation stellten wir im Echogramm des enukleierten Bulbus nach 24-stündiger Fixierung in 10%igem Formalin fest, daß eine sichtbare Senkung der Tumorechozacken in der Mitte und am Ende des Tumorechos auftrat (Abb. 27, Seite 28), die wir auf die inzwischen eingetretenen strukturellen Veränderungen im Tumorgewebe zurückführen.



I T R



I T R

Abb. 124): Typisches Echogramm eines malignen Melanoms der Aderhaut.
a: bei direkter, b: bei seitlicher Beschallung.
I = Initialecho
T = Tumorecho
R = Bulbusrückwandecho.

2) Zusammenfassung

Nach einleitenden Vorbemerkungen über Schallwellen und einen kurzen historischen Überblick über die Entwicklung und Anwendung des Ultraschalls in Technik und Medizin wird über Ultraschalluntersuchungen an bösartigen und gutartigen menschlichen Tumoren in vivo und vitro berichtet.

Die Untersuchungen wurden mit einem Impulsecchogerät "Ultraschall-echo-Ophthalmograph 7000" und zwei Prüfköpfen unterschiedlicher Empfindlichkeit durchgeführt.

Es wurden maligne Melanome der Aderhaut, Karzinome aus Mamma-, Leber-, Lungen- und Nierengewebe sowie Hämangiom-, Nebennieren-, Hirn-, Schilddrüsen- und Fettgewebe untersucht. Teils wurden die Untersuchungen an frischem, teils an formolfixiertem Material durchgeführt.

Als Ergebnis fanden wir, daß die Form des Echogramms davon abhängig ist, ob es sich um homogenes oder inhomogenes Gewebe handelt.

Bei den soliden Geweben sind alle Echozacken gleich hoch und stehen eng nebeneinander, bei den inhomogenen dagegen werden die regelmäßigen Echozacken von Intervallen unregelmäßiger Zacken unterbrochen. Die sich daraus ergebenden Unterschiede im Echogramm geben wichtige differentialdiagnostische Hinweise, was unter Umständen ausschlaggebend dafür ist, ob ein erkranktes Auge erhalten bleiben kann oder nicht.

Charakteristische echographische Befunde fanden wir bei einer Retentionszyste, bei Hämangiomgewebe und bei einem Lipom (Abb. 122 b, c, d). Da solche Tumoren sowie Metastasen an den Augenlidern vorkommen, verbessert hier die Ultraschalldiagnostik unsere Differenzierungsmöglichkeiten.

Bei der Ultraschalluntersuchung verschiedener Karzinomgewebe fanden wir im Echogramm keine nach Art, Zahl und Höhe der Tumorechos typischen Befunde. Offenbar weil es sich um ungeordnete Gewebswucherungen handelt, die keine konstanten und gewebsspezifischen Echogramme entstehen lassen. Das schränkt natürlich den Wert der Methode für die Tumordiagnostik etwas ein.

Auch zwischen kompakten Geweben gut- und bösartiger Tumoren konnten wir keine echographischen Unterschiede feststellen. Wohl gelang es uns zwischen den Echogrammen von malignem und benignem Strumagewebe typische Unterschiede der Struktur darzustellen. Die Echozacken waren bei der benignen Struma gleich hoch und wiederholten sich in regelmäßigen Abständen, bei der malignen Struma waren sie dagegen von niedrigeren Zacken unterbrochen (Abb. 123 a, b). Das wäre ein wertvoller zusätzlicher differentialdiagnostischer Hinweis über Gut- oder Bösartigkeit einer Struma.

Bei vergleichenden Ultraschalluntersuchungen an malignen Melanomen der Aderhaut vor und nach der Enukleation fanden wir im Echogramm der formalinfixierten Gewebe eine Senkung der Tumorechozacken in der Mitte und am Ende des Tumorechos.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß unsere experimentellen Untersuchungen ergeben haben, daß unter den gegenwärtigen technischen Voraussetzungen eine Diagnostik von Tumoren auf Grund von Ultraschalluntersuchung in vielen Fällen möglich ist. Neben der Lokalisation und Größe konnten wir im Echogramm von verschiedenen Tumoren charakteristische Befunde erfassen, die über strukturelle Besonderheiten wie Homogenität oder Inhomogenität des Tumors Aufschluß geben.

Literaturverzeichnis

- | | |
|---|--|
| BADTKE, G. | Klin.Mbl.Augenheilk. 14, 193 (1949) |
| BALDES, E.J., HERRICK, J.F.,
STROEBEL, Ch.F. | Amer.J.phys.Med. 37, 111 (1958) |
| BALLANTINE jr., H.T., BOLT, R.H.,
HUETER, T.F., LUDWIG, G.D. | Science. 112, 525 (1950) |
| BALLANTINE jr., H.T., BOLT, R.H.,
HUETER, T.F. | J.acoust.Soc.Amer.26, 581 (1954) |
| BALLANTINE jr., H.T., BOLT, R.H.,
HUETER, T.F., CAVALIERI, A.,
DYER, I., DOZOIS, E. | Acoustics Lab.Quarterly Progress
Report, Januar-März (1951) |
| BALLANTINE jr., H.T., HUETER, T.F.,
NAUTA, W.J.H., SOSA, D.M. | Med. 104, 337 (1956) |
| BANNASKI, H. | Med.Klinik 51, 53 (1958) |
| BARTHEL, R. | J.acoust.Soc.Amer.26, 227 (1954) |
| BAUM, G., GREENWOOD, I. | Amer.J.Ophthalm.46, 319 (1958) |
| Dies. | Arch.Ophthalm. 60, 263 (1958) |
| Dies. | 12. Jahreskongress "Elektrotechnik
in Medizin und Biologie" 11.11.1959 |
| Dies. | A.M.A. Arch.Ophthalm. 64, 180 (1960) |
| Dies. | Amer.J.Ophthalm. 49, 249 (1960) |
| Dies. | A.M.A. Arch.Ophthalm. 65, 353 (1961) |
| Dies. | Amer.J.Ophthalm. 56, 98 (1963) |
| BAUM, G. | Amer.J.Ophthalm. 60, 3 (1965) |
| BAUM, G. | Archives Ophthalm. 78, 12 (1967) |
| BERGMANN, L. | Der Ultraschall und seine Anwendung
in Wissenschaft und Technik.
S. Hirzel Verlag Stuttgart (1960) |
| BRAAK, J.W.G. ter, GRANDIA,
W.A.M., de VliegE, M. | Recent Neurology Research
37, 45. Amsterdam (1959) |
| BRAAK, J.W.G. ter, GREZEE, P.,
GRANDIA, W.A.M., de VliegE, M. | Acta neurochir. (Wien 1961) |
| BUSCHMANN, W. | Wissenschaftl.Zeitschr.d.Ernst-
Moritz-Arndt-Univ. XII/1963, Math.-
naturw.Reihe Nr. 1/2. |
| Ders. | Klin.Mbl.Augenhk. 142, 170(1963) |

- BUSCHMANN, W. Amer.J.Ophthalm. 57, 461 (1964)
- Ders. Klin.Mbl.Augenheilk. 144,321 (1964)
- Ders. Einführung in die ophthalmologische
Ultraschalldiagnostik.Edition Leipzig(1966)
- COLOMBATI, S., PETRALIA, S. Ricerca Scientifica 20,71 (1950)
- DONALD, J. Lancet 1138 (1958)
- Ders. Brit.J.Radiol. 34,539 (1961)
- DOMN, A. Arch.Ophthal. Chicago 53 215 (1955)
- DUSSIK, K. TH. Ztschr.ges.Neurol.Psychiat.174,153 (1942)
- Ders. Ztschr.phys.Therapie Österr.1,140 (1948)
- Ders. Wien.klin.Wschr. 61,1, (1949)
- Ders. Ultraschall in der Medizin.
S.Hirzel Verlag Stuttgart (1949)
- Ders. Amer.J.Phys.Med. 33,5 (1954)
- EDLER, I., HERTZ, C. H. Kungl.Fysiogr.Sällskapet i Lund Förhandlingar,
24, Nr.5 (1954)
- EFFERT, S. Arch.f.Kreislaufforsch.30,313 (1959)
- EFFERT, S., ERKENS, H., Dtsch.med.Wschr.82,1253 (1957)
- GROSSE-BROCKHOFF
- EFFERT, S., DEUFMANN, Fr., Ultraschallkardiographie.
DOMANIG, E. Medizinal-Markt 8,122 (1960)
- FRENCH, L. A., WILD, J. J., Cancer 3,705 (1950)
- NEAL, D.
- Dies. J.Neurosurgery 8,198 (1951)
- Dies. Cancer 4, 342 (1951)
- FRIEDMANN, G., THUN, F. Medizin.Welt 13, 689 (1964)
- FRUCHT, A. H. Z.ges.exp.Med.120,526 (1953)
- FRY, W. J. Neurology 6,693 (1956)
- Ders. Amer.J.Phys.Med. 37, 143 (1956)
- GÄRTNER, M. C. Vergleichende Messungen der Geschwindigkeit
des Ultraschalls in verschiedenen Organen
von Schlachttieren.
Med. Dissertation Leipzig (1963)
- GERNET, H. Graefes Arch.Ophthalm. 116,402 (1963)
- Ders. Graefes Arch.Ophthalm. 116,415 (1964)
- GLANSCHNEIDER, D. Klinische und experimentelle Untersuchungen
mit Ultraschall bei intraocularen Tumoren.
Med.Dissertation Köln (1965)
- GOLDMANN, H., HAGEN, R. Ophthalmologica 104,15 (1942)
- GORDON, D. M. Rev. neurol. (Paris) 99,652 (1958)
- GROTE, W. Ultraschalluntersuchungen am Auge über die
Geschwindigkeit in der Geweben, die Länge
der optischen Achse und die Schallreflexion an
der Bulbusrückwand.
Med. Dissertation Köln (1966)
- HAPTEN, K., PALM, E. Acta ophthalm. 32,227 (1954)

- HIEDEMANN, E. Grundrisse und Ergebnisse der
Ultraschallforschung.
De Gruyter, Berlin (1939)
- HUETER, T. F. Naturwissenschaften 35, 285 (1948)
- Ders. Naturwissenschaften 21, 39 (1952)
- JAEGER, W. Graefes Arch. Ophthalm. 120, 153 (1952)
- JANSSON, F. Acta ophthalm. 41, 25 (1963)
- JEFFERSON, A. J. Neurol. Psychiat. 22, 83 (1959)
- Ders. Acta neurochir. (Wien) 10, 392 (1960)
- JEPSON, S. T. Acta chir. scand. 119, 455 (1960)
- KEIDEL, W. D. Ärztl. Forschung, H. 21, 22, 349 (1949)
- KOSSOFF, G., ROBINSON, D. E., Ultrasonics 2, 29 (1964)
- LIU, C. N., GARRETT, W. I.
- LEKSELL, L. Acta chir. scand. 110, 310 (1955)
- Ders. Acta chir. scand. 115, 255 (1958)
- LANGEVIN, P. Franz. Pat. Nr. 505 703/1918
Zit. nach Hiedemann 1939
- LAVINE, O. Arch. Ophthalm. 47, 204 (1952)
- LITHANDER, B. Acta psychiat. scand. 35, 235 (1960)
- LÖPPING, B. Klinische und experimentelle Ultraschall-
untersuchungen bei Augen mit Netzhaut-
ablösung und intraocularen Tumoren.
Med. Dissertation Köln (1962)
- LÖPPING, B., NOVER, A. Graefes Arch. Ophthalm. 165, 558 (1963)
- LUDWIG, G. D., STRUTHERS, F. W. Report Nr. 4, Project NM 004:001, National
Naval Medical Center Bethesda and Naval
Research Laboratory, Washington, D. C. (1949)
- MATAUSCHEK, J. Einführung in die Ultraschalltechnik.
VEB-Verlag-Technik Berlin (1961)
- MUNDT, G. H., HUGHES, W. F., Amer. J. Ophthalm. 41, 488 (1956)
- NOVER, A. Klin. Mbl. Augenheilk. 142, 168 (1963)
- Ders. Tumordiagnostik durch den Augenarzt.
In: Krebsprobleme in der Augenheilkunde
H. 44. Enke, Stuttgart (1965)
- NOVER, A., GERBAULET, K. Fortschr. d. Medizin 11, 285 (1960)
- NOVER, A., STALLKAMP, H. Bericht über die 63. Zusammenkunft der
Deutschen Ophthalm. Gesell., Heidelberg (1960)
Bergmann, München S. 251
- Dies. Graefes Arch. Ophthalm. 164, 517 (1962)
- NOVER, A., GLANSCHNEIDER, D. Graefes Arch. Ophthalm. 168, 304 (1965)
- NOVER, A., KUNDE, G. Klin. Mbl. Augenheilk. 152, 639 (1968)
- NUDING, J. Diagnostische Ultraschalluntersuchungen an
normalen und pathologisch veränderten Geweben.
Med. Dissertation Köln (1965)
- OKSALA, A. Acta ophthalm. 35, 651 (1958)
- Ders. Klin. Mbl. Augenheilk. 134, 88 (1959)

- OKSALA.A.
 Acta ophthalm.43,37,132 (1959)
- Ders.
 Ophthalmologica 138,350 (1959)
- Ders.
 Amer.J.Ophthalm.49,1301 (1960)
- Ders.
 Klin.Mbl.Augenheilk.136,81 (1960)
- Ders.
 Acta ophthalm.38,25,100 (1960)
- Ders.
 Klin.Mbl.Augenheilk.137,72 (1960)
- Ders.
 Brit.J.Ophthalm.45,218, (1961)
- Ders.
 Klin.Mbl.Augenheilk.138,374 (1961)
- Ders.
 Acta ophthalm.40,466,475,575 (1962)
- Ders.
 Brit.J.Ophthalm.47,65 (1963)
- Ders.
 Klin.Mbl.Augenheilk.144,347 (1964)
- OKSALA.A.,LEHTINEN.A.
 Ophthalmologica 134,387 (1957)
- Dies.
 Acta ophthalm.36,37 (1958)
- Dies.
 Amer.J.Ophthalm.46,361 (1958)
- Dies.
 Acta ophthalm.37,17 (1959)
- Dies.
 Acta ophthalm.38,19,599 (1960)
- Dies.
 Acta ophthalm.39,50,302 (1961)
- Dies.
 Amer.J.Ophthalm.51,1203 (1961)
- Dies.
 Arch.Ophthalm.66,605 (1961)
- OKSALA.A.,VARONEN,E.
 Acta ophthalm.44,253 (1966)
- OSSOINIG,K.,SEHER,K.
 Graefes Arch.Ophthalm.173,327 (1966)
- Dies.
 Graefes Arch.Ophthalm.17,24 (1967)
- PIA.H.W.,GELETNEKY.C.L.
 Echoenzephalographie
 G.Thieme Verlag Stuttgart (1968)
- POHLMANN,R.
 Forschung und Fortschritt 15,187 (1939)
 Zit.nach HIEDEMANN(1939)u.MATAUSCHEK(1961)
- REID,J.M.
 Proc. IRE 47, (1959)
- SCHIEFER,W.,KAZNER,E.,
 BRÜCKNER,H.
 Fortsch.Neurol.Psychiat.31,457 (1963)
- STALLKAMP,H.
 Klinische und experimentelle Ultraschall-
 untersuchungen am gesunden Auge und bei
 intraokularen Fremdkörpern.
 Med. Dissertation Köln (1962)
- STALLKAMP,H.,NOVER,A.
 Graefes Arch.Ophthalm.164,339 (1962)
- STEIN,H.
 Der einfluss des Wassergehaltes von
 Lebergewebe auf die Geschwindigkeit
 des Ultraschalls.
 Med.Dissertation Leipzig (1951)
- WILD,J.J.,REID,J.M.
 Amer.J.Path. 28,839 (1952)
- Dies.
 Science 115,226 (1952)
- Dies.
 Cancer Research 14,227 (1954)
- ZEISS,E.
 Graefes Arch.Ophthalm.139,301 (1938)

Herrn Professor Dr.med. A. Nover danke ich
für die freundliche Überlassung des Themas
und die großzügige Unterstützung und Beratung
bei der Ausführung der Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 5.5.1934 wurde ich als Sohn des Großkaufmanns Panagis Maratos in Saloniki (Griechenland) geboren.

In den Jahren 1941-1947 besuchte ich die Volksschule und anschließend bis 1953 das Gymnasium in Saloniki.

In den Jahren 1954-1957 studierte ich Medizin an der Wiener Universität und im Anschluß daran bis zur Ablegung meines medizinischen Staatsexamens im November 1962 an der medizinischen Fakultät der Universität in Mainz.

Ab 1. Dezember 1962 bis 15. April 1963 war ich in der chirurgischen Abteilung des St. Nikolaus-Krankenhauses in Niedermendig bei Maria Laach tätig.

Im Jahre 1963 wurde ich in meinem Heimatland zur Ableistung meines Militärdienstes einberufen, wo ich als Arzt 12 Monate diente. In Griechenland selbst war ich 6 Monate lang in der I. Orthopädischen Klinik von Kilkis bei Saloniki beschäftigt.

Vom 1. Mai 1965 bis 1. März 1966 war ich in der internistischen Abteilung des St. Elisabeth-Krankenhauses in Neuwied/Rhein und anschließend bis 30.8.1966 in der gynäkologischen Abteilung dieses Krankenhauses tätig.

Am 5.7.1966 erhielt ich die ärztliche Approbation.

Von 1965 bis einschließlich Sommersemester 1967 studierte ich Philosophie an der Mainzer Universität.

Seit 1. Oktober 1966 bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Universitäts-Augenklinik Mainz, um meine Facharztausbildung in der Augenheilkunde zu absolvieren.

Mainz, den 10.9.1968

